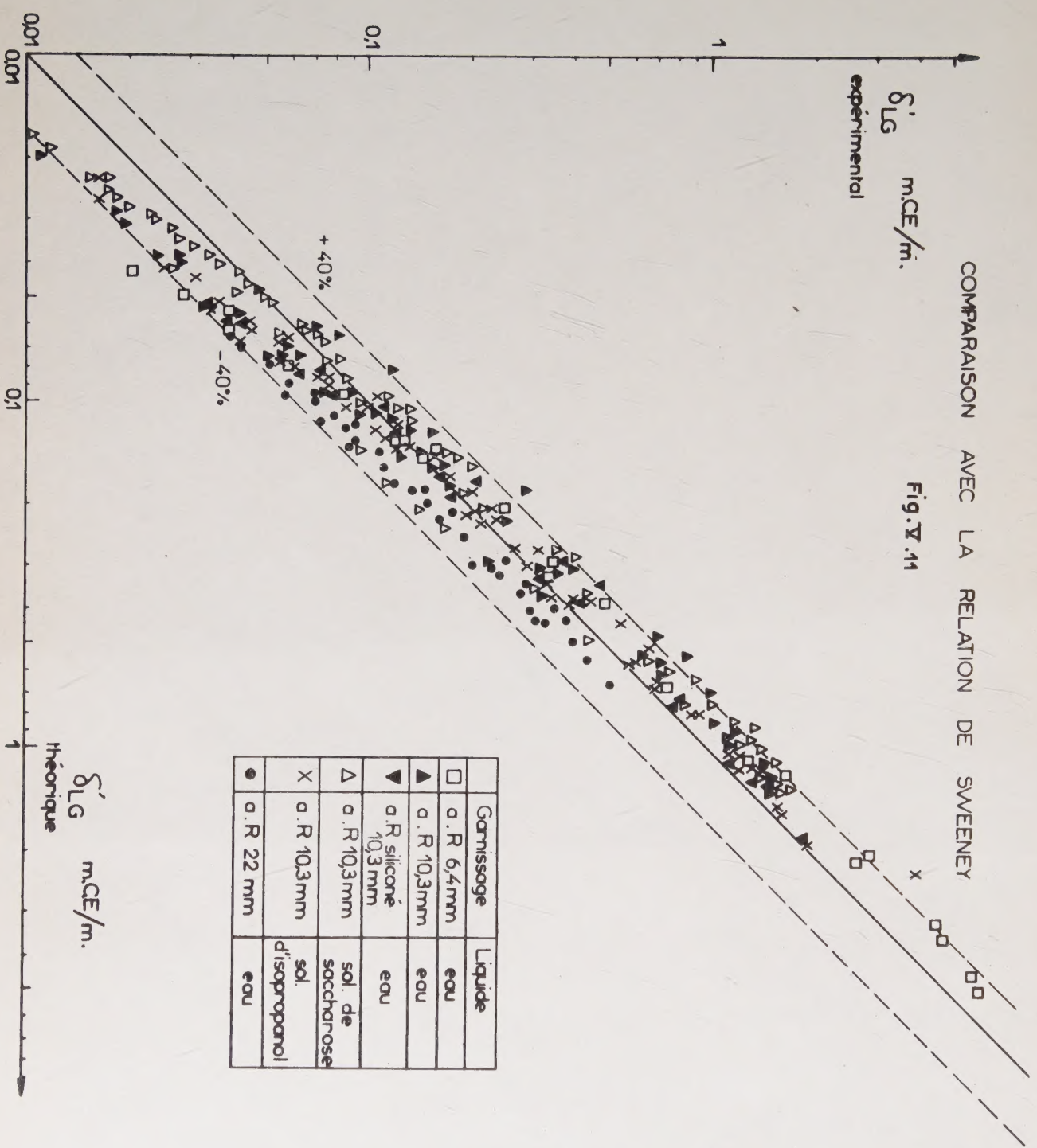




COMPARAISON AVEC LA RELATION DE SWEENEY

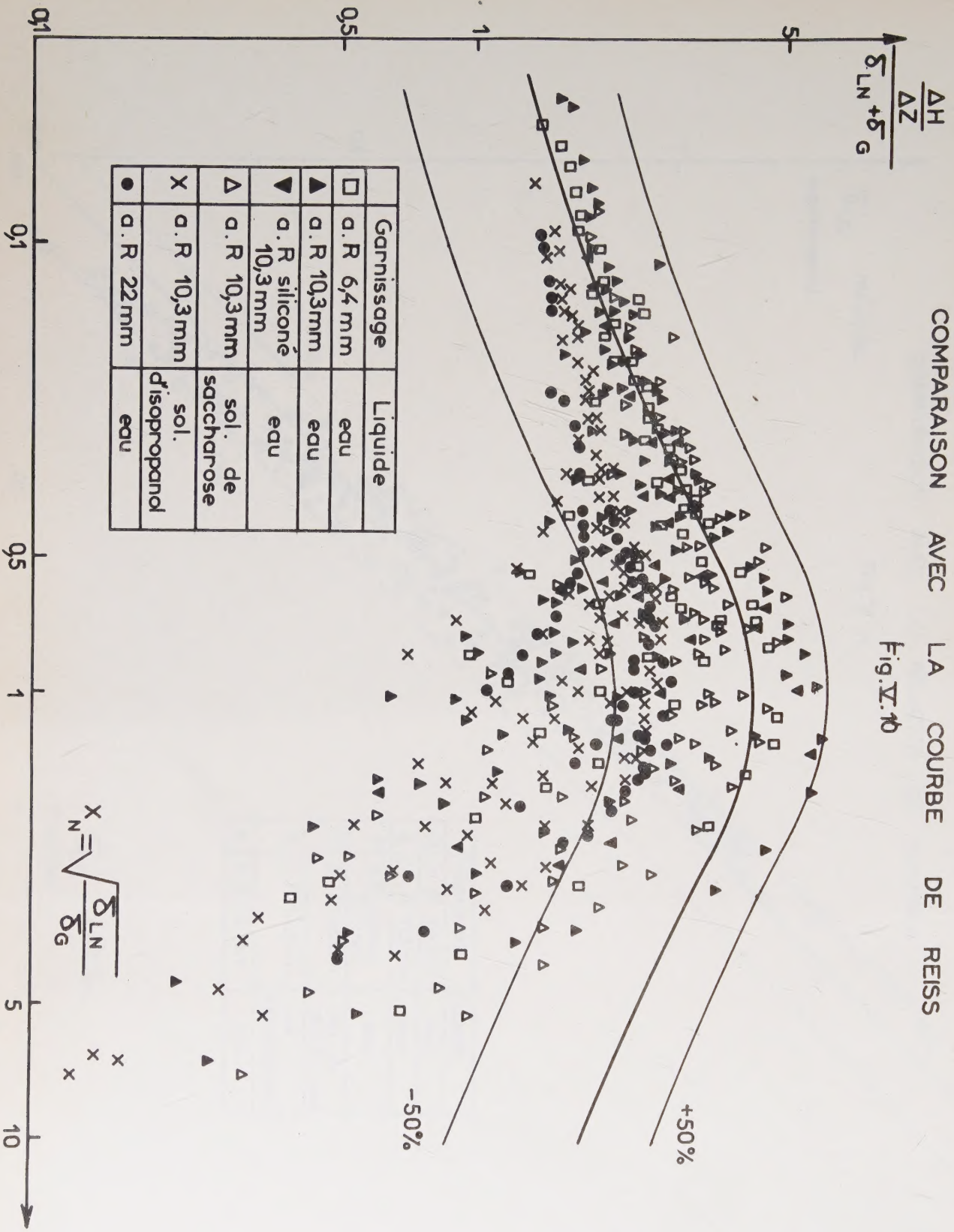
Fig. V.11



Garnissage	Liquide
□ a. R 6,4 mm	eau
▲ a. R 10,3 mm	eau
▼ a. R silicone 10,3 mm	eau
Δ a. R 10,3 mm	sol. de saccharose
X a. R 10,3 mm	sol. d'isopropanol
● a. R 22 mm	eau

COMPARAISON AVEC LA COURBE DE REISS

Fig. V. 10





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551928_0029

COMPARAISON AVEC L'EQUATION DE LARKINS

Fig. 9

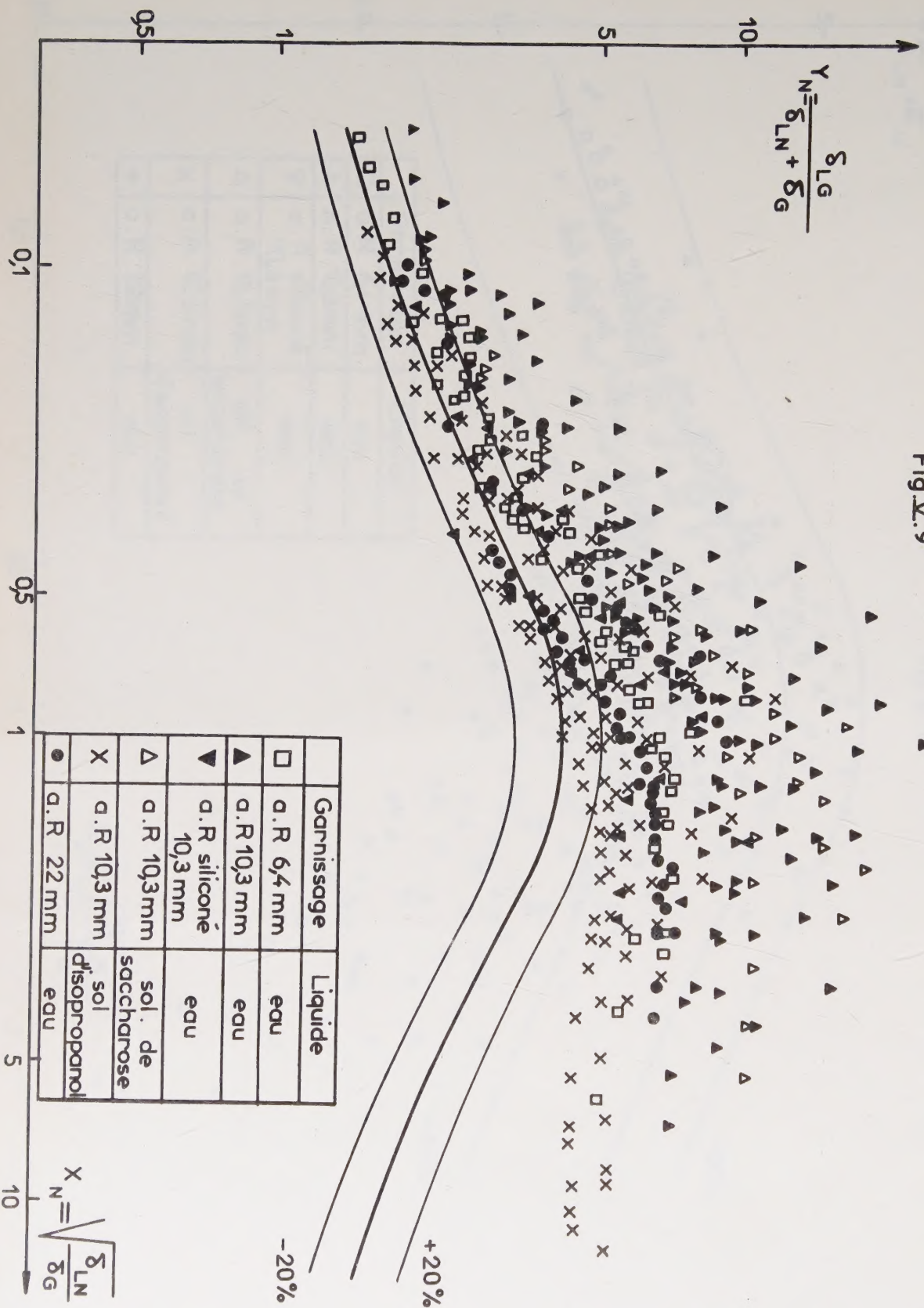
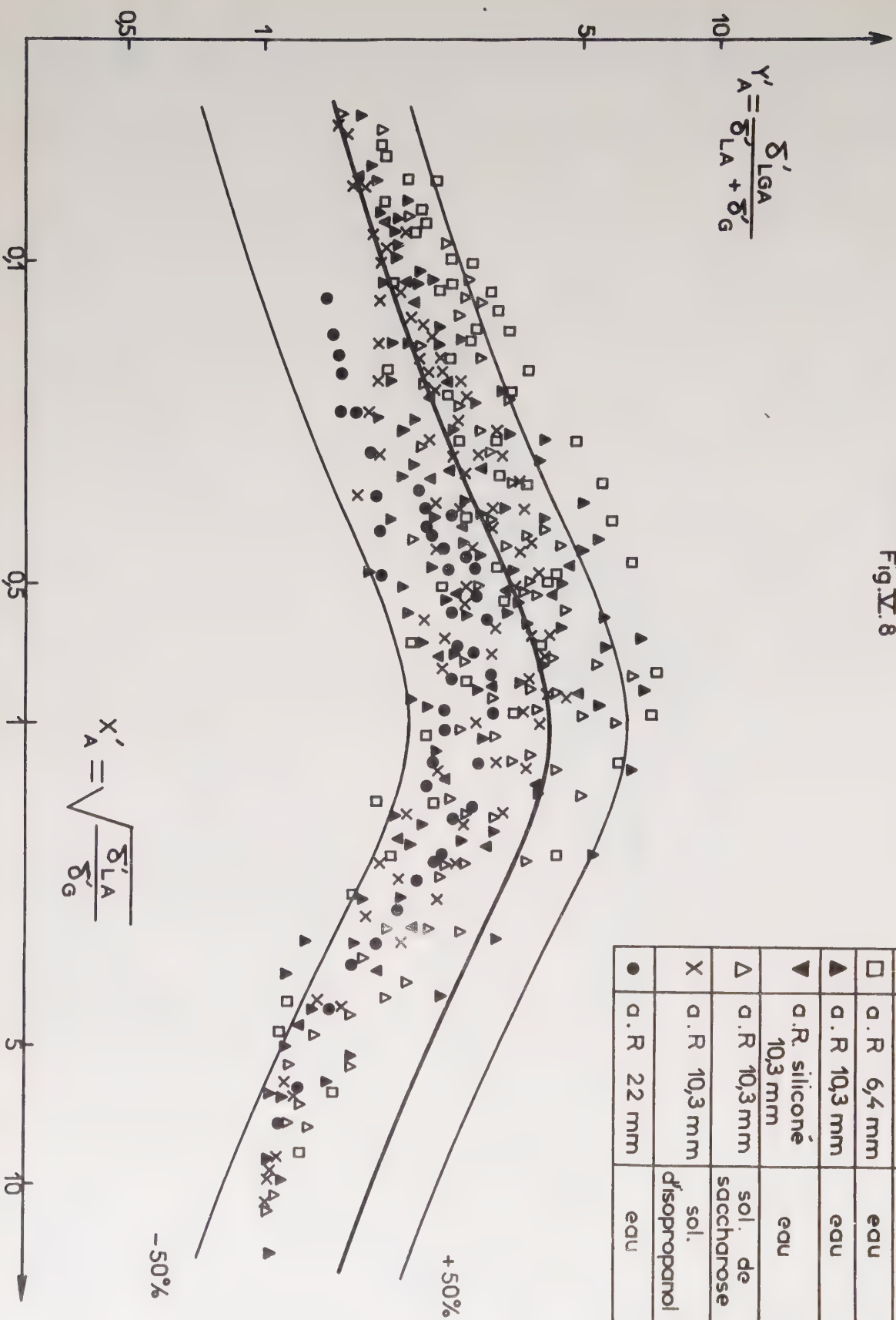
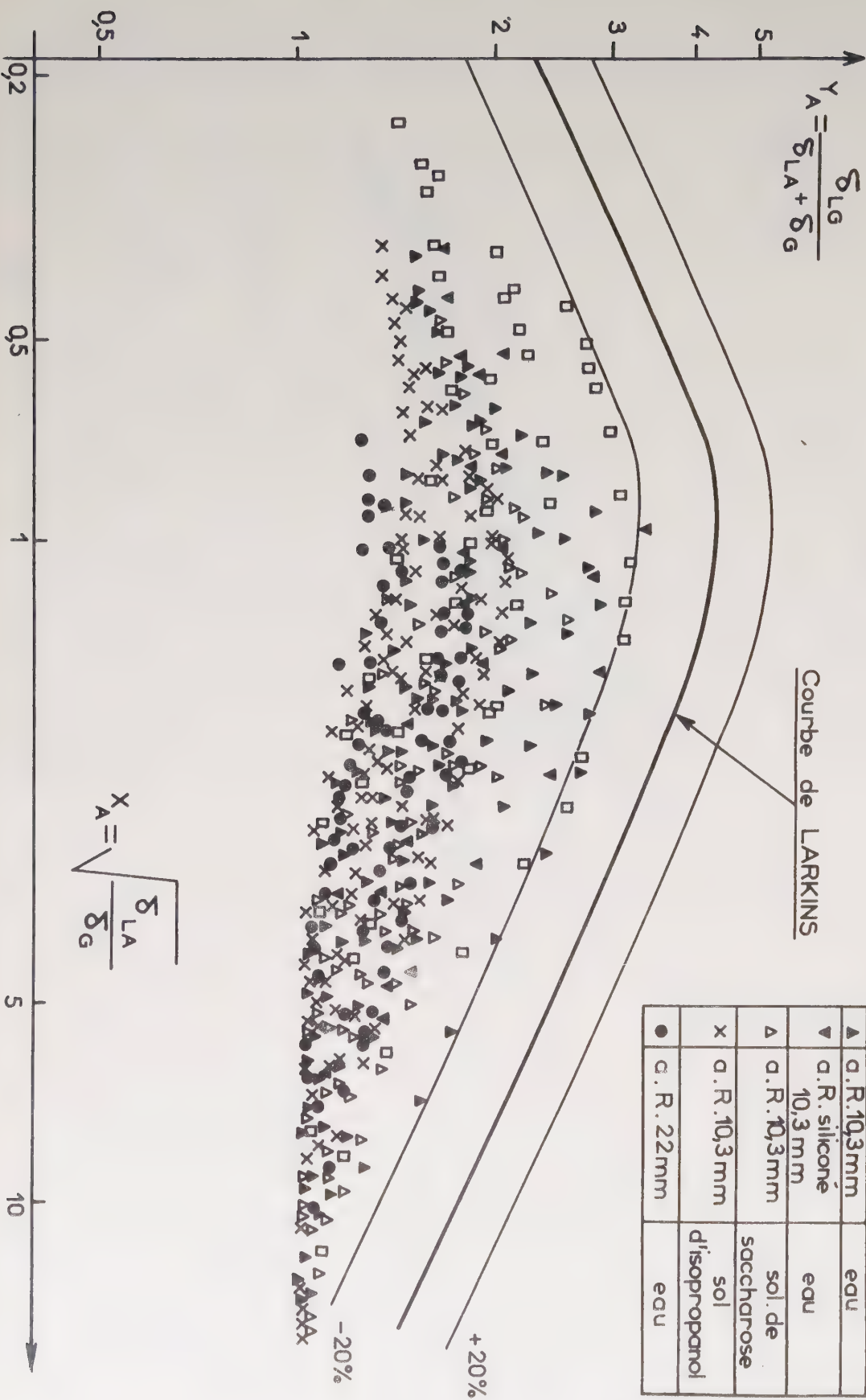


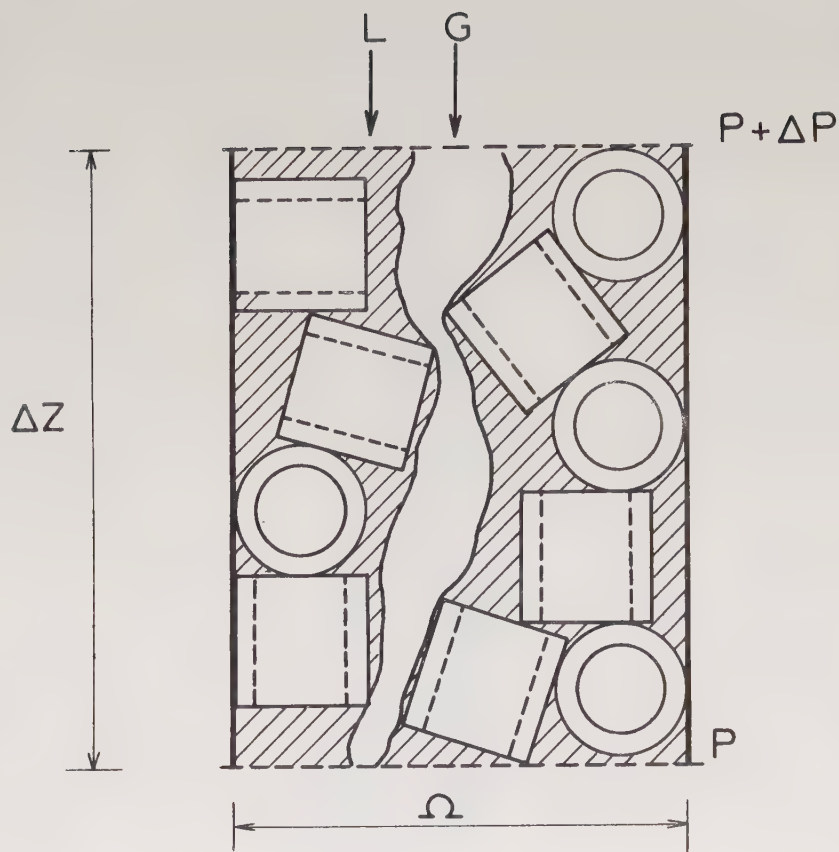
Fig.V. 8



COMPARAISON AVEC L'EQUATION DE LARKINS ADAPTEE AUX COLONNES ARROSEES

Fig. V.7





BILAN DE
FORCE

$$\delta_{LG} = \frac{\Delta H}{\Delta Z} + \left[\frac{\rho_L}{\rho_e} \cdot \beta + \frac{\rho_G}{\rho_e} \cdot (1 - \beta) \right]$$

BILAN
D'ENERGIE

$$\delta'_{LG} = \left(\frac{L}{\rho_L} + \frac{G}{\rho_G} \right) \cdot \frac{\Delta H}{\Delta Z} + \frac{1}{\rho_e} \cdot (L + G)$$

Fig.V.6

ECOULEMENT
PULSE

RÉGIMES D'ÉCOULEMENT GAZ LIQUIDE A CO-COURANT VERS LE BAS

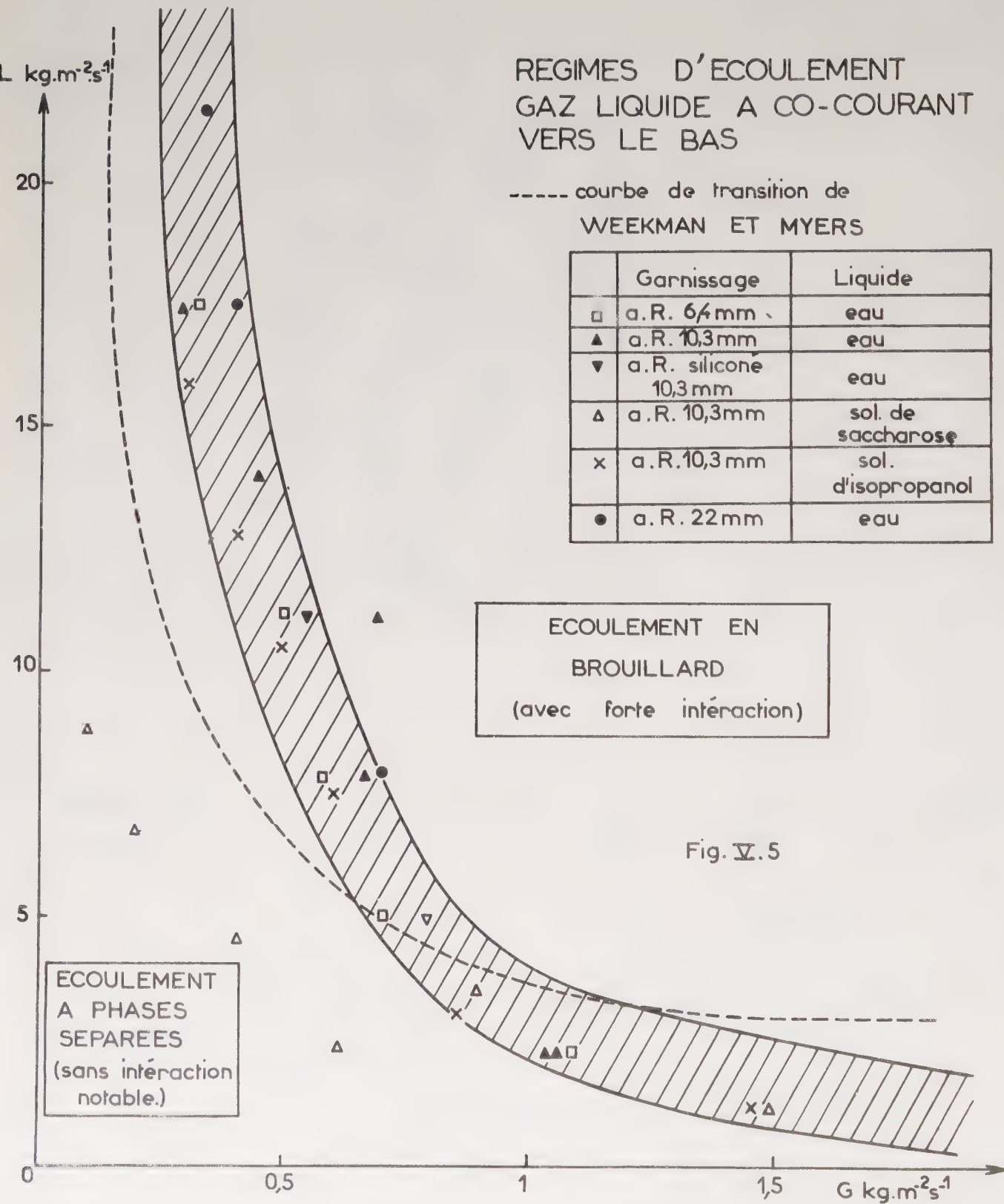
----- courbe de transition de
WEEKMAN ET MYERS

	Garnissage	Liquide
□	a.R. 6,4 mm	eau
▲	a.R. 10,3 mm	eau
▼	a.R. silicone 10,3 mm	eau
△	a.R. 10,3 mm	sol. de saccharose
x	a.R. 10,3 mm	sol. d'isopropanol
●	a.R. 22 mm	eau

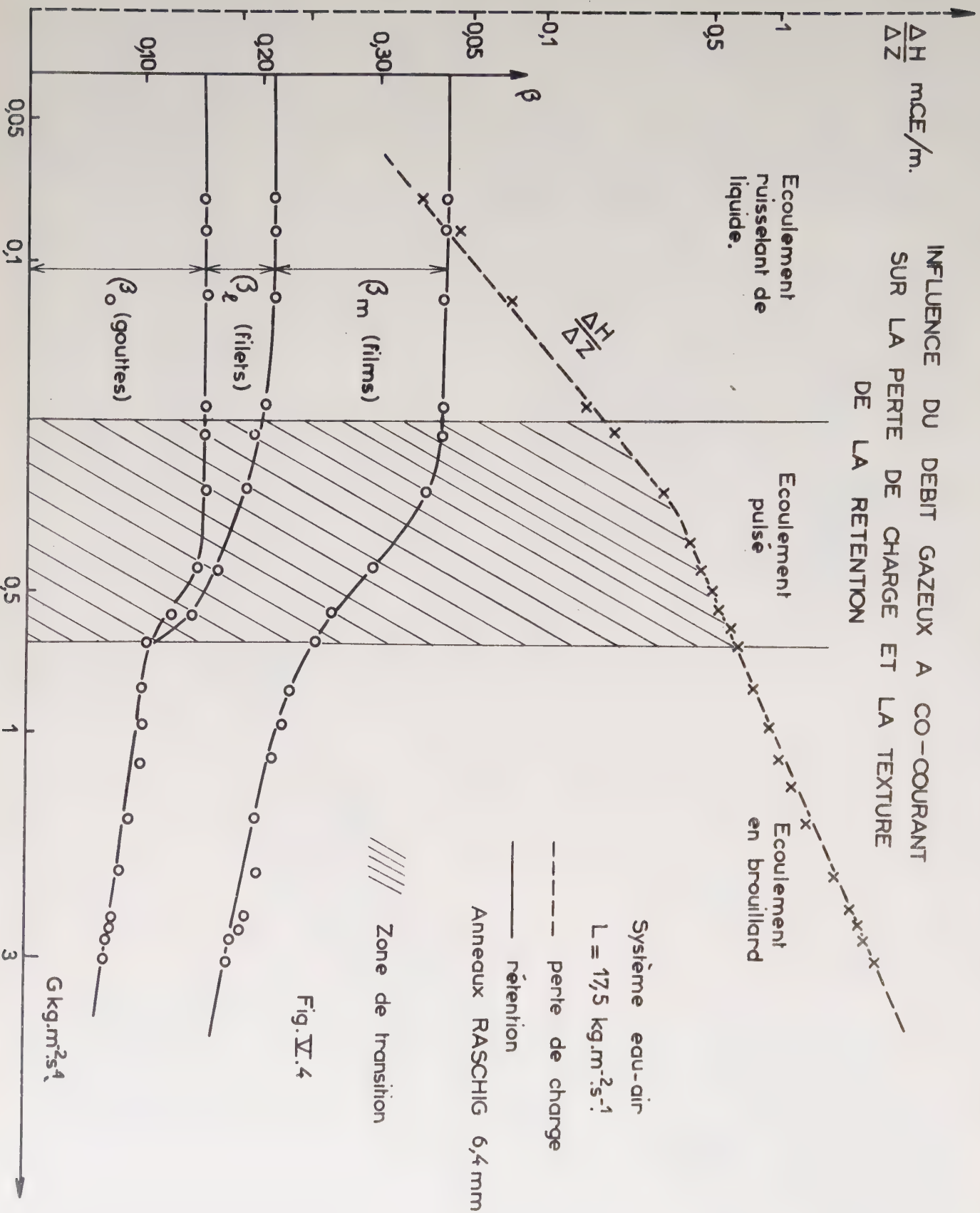
ECOULEMENT EN
BROUILLARD
(avec forte interaction)

ECOULEMENT
A PHASES
SEPARÉES
(sans interaction
notable.)

Fig. V.5

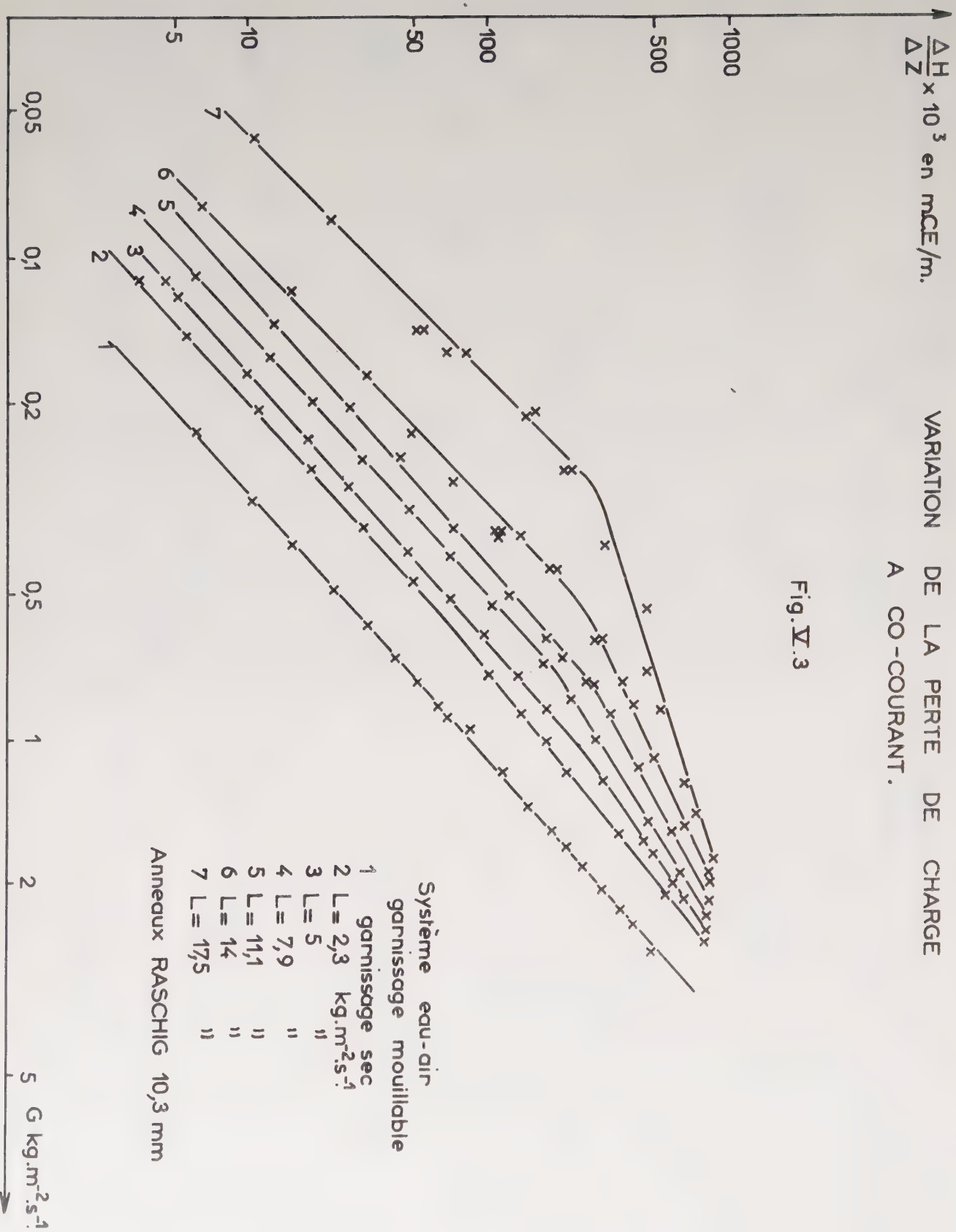


INFLUENCE DU DEBIT GAZEUX A CO-COURANT SUR LA PERTE DE CHARGE ET LA TEXTURE DE LA RETENTION



VARIATION DE LA PERTE DE CHARGE
A CO-COURANT.

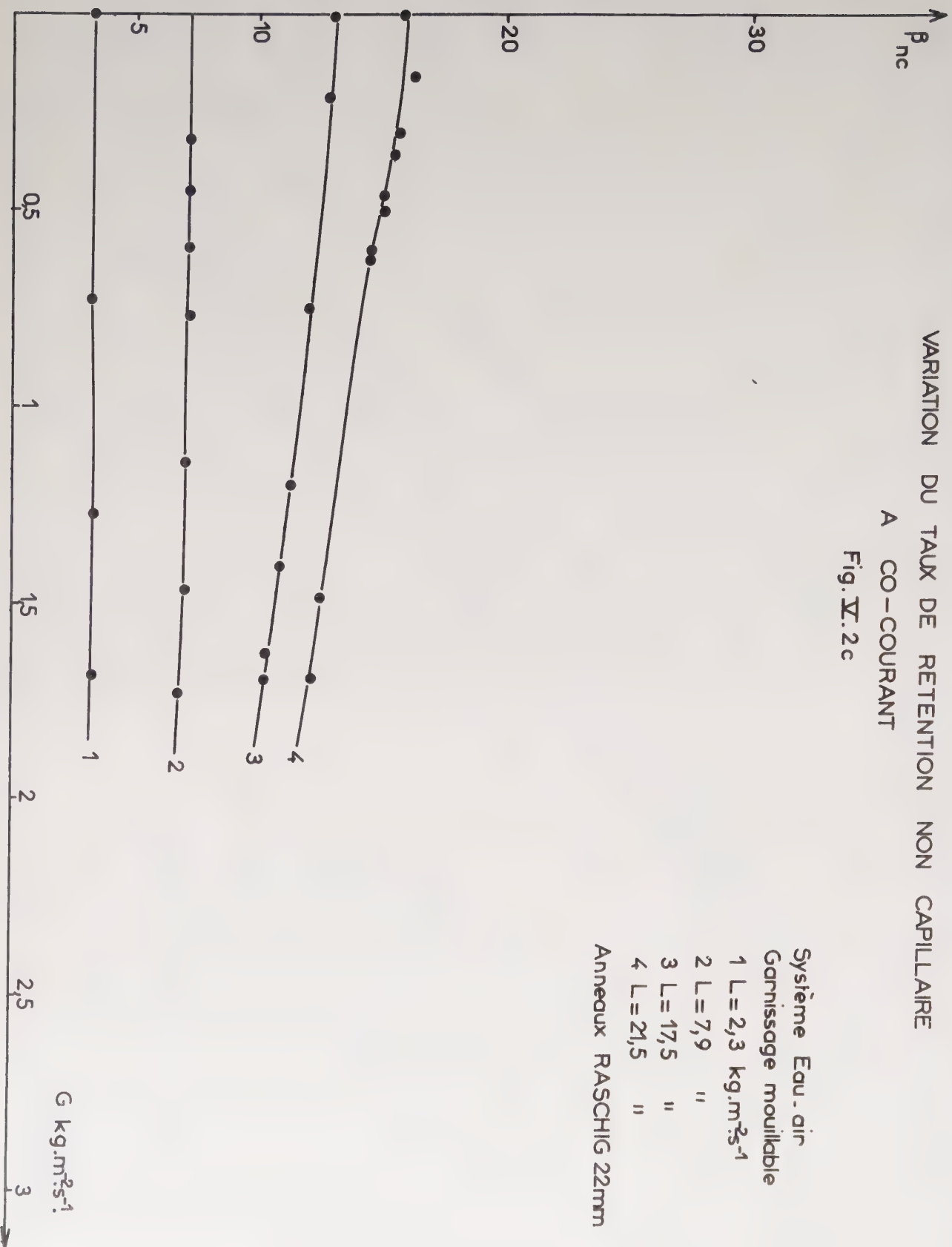
Fig. V.3



VARIATION DU TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE A CO-COURANT

Fig. X. 2c

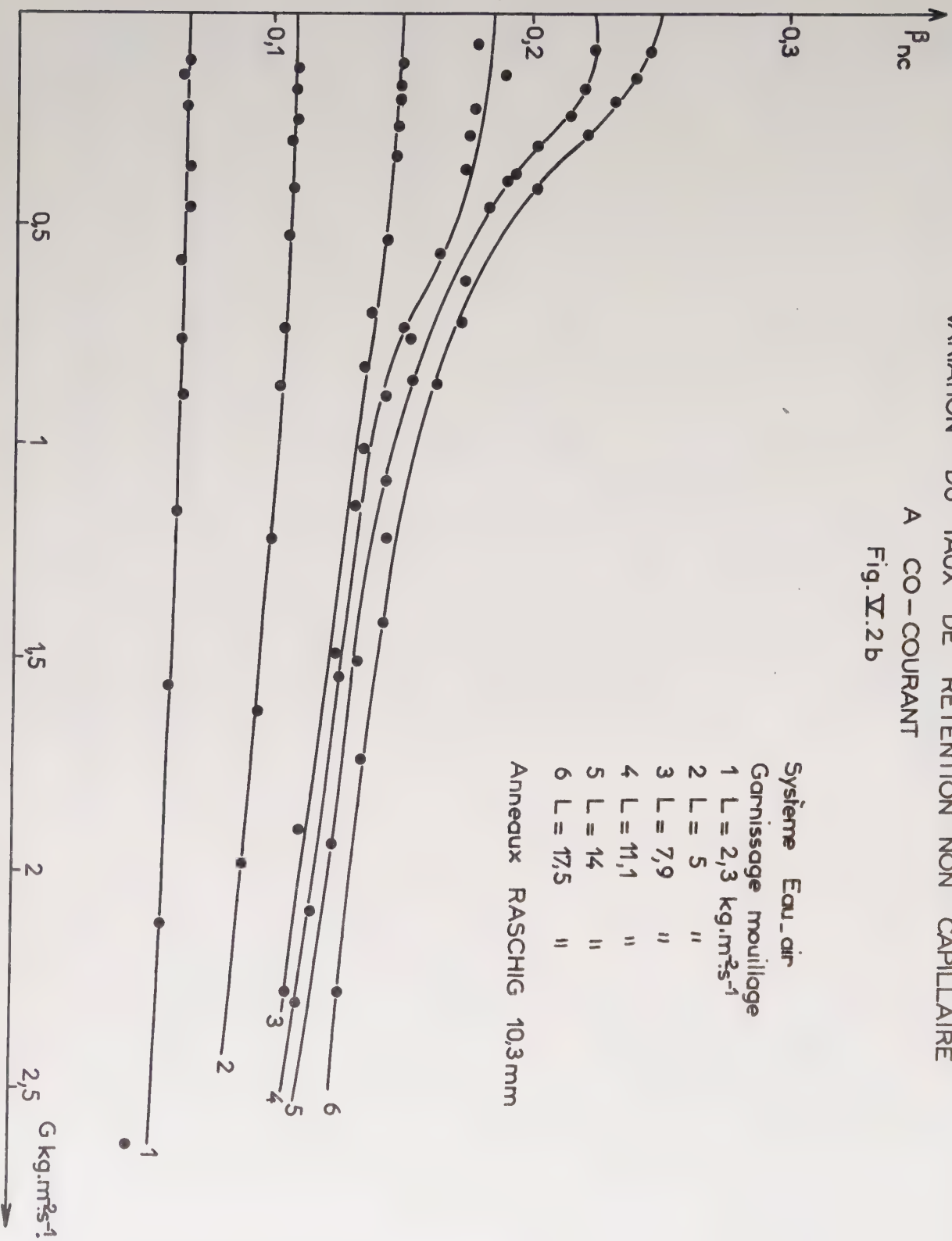
Système Eau - air
Garnissage mouillable
1 $L = 2,3 \text{ kg.m}^{-2}\text{s}^{-1}$
2 $L = 7,9 \text{ "}$
3 $L = 17,5 \text{ "}$
4 $L = 21,5 \text{ "}$
Anneaux RASCHIG 22mm



VARIATION DU TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE

A CO-COURANT

Fig. V.2b

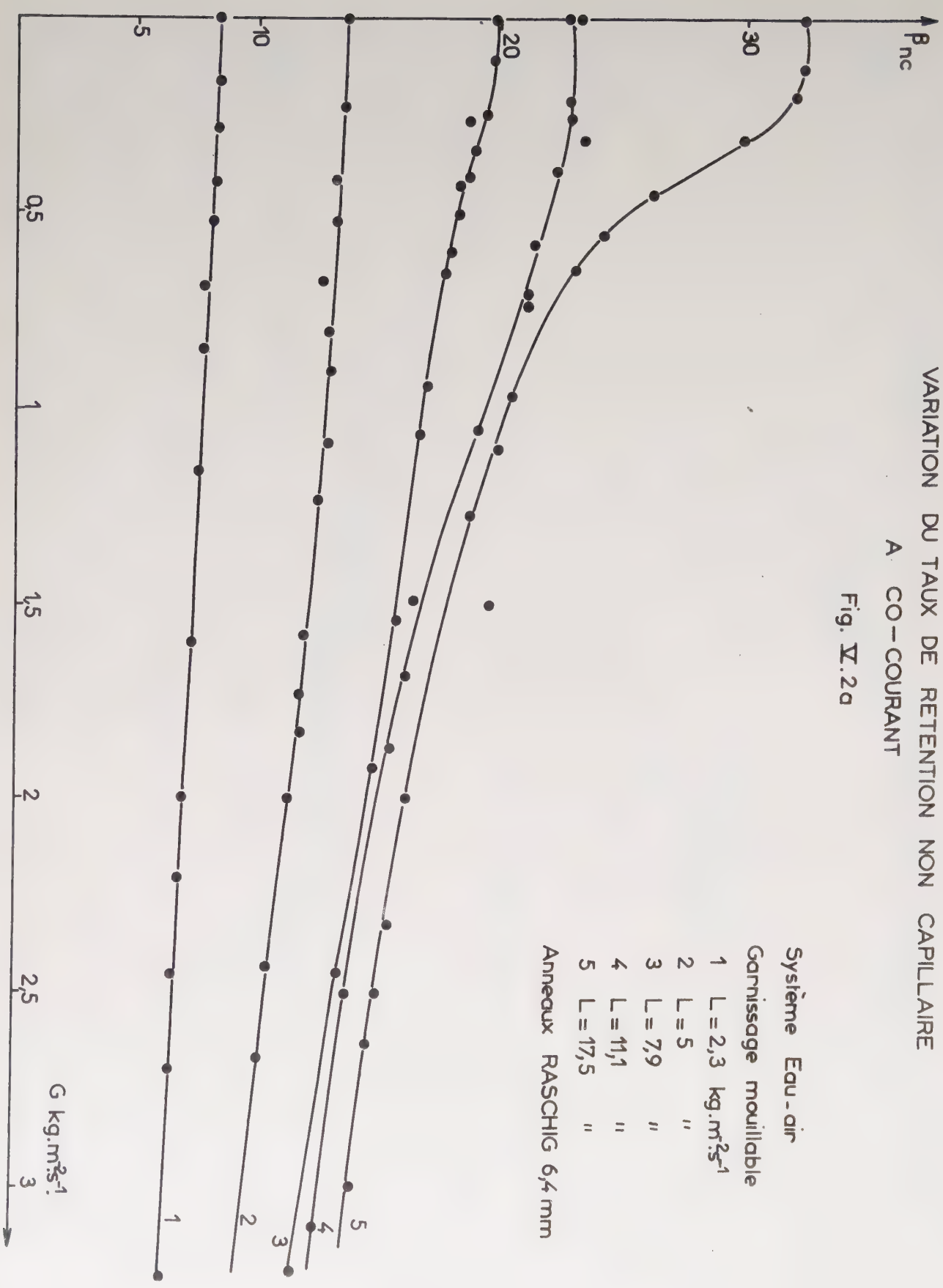


VARIATION DU TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE A. CO-COURANT

Fig. V.2a

- Système Eau-air
Garnissage mouillable
- 1 $L = 2,3 \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$
 - 2 $L = 5$ "
 - 3 $L = 7,9$ "
 - 4 $L = 11,1$ "
 - 5 $L = 17,5$ "

Anneaux RASCHIG 6,4 mm



MODELE D'ECOULEMENT DU GAZ ET DU LIQUIDE DANS LES COLONNES A GARNISSAGE FONCTIONNANT A CO-COURANT VERS LE BAS

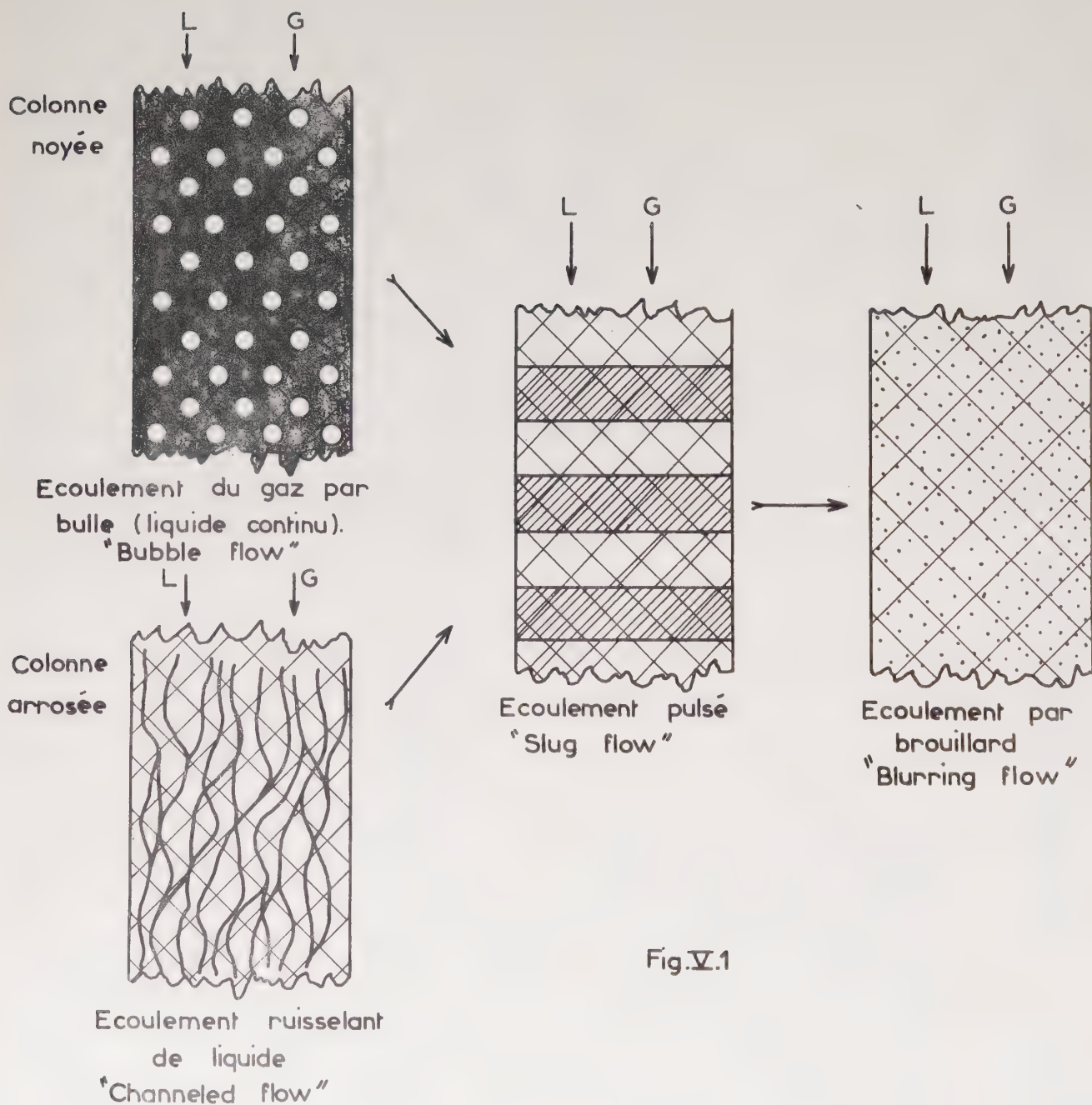


Fig.V.1

Fig. IV.7

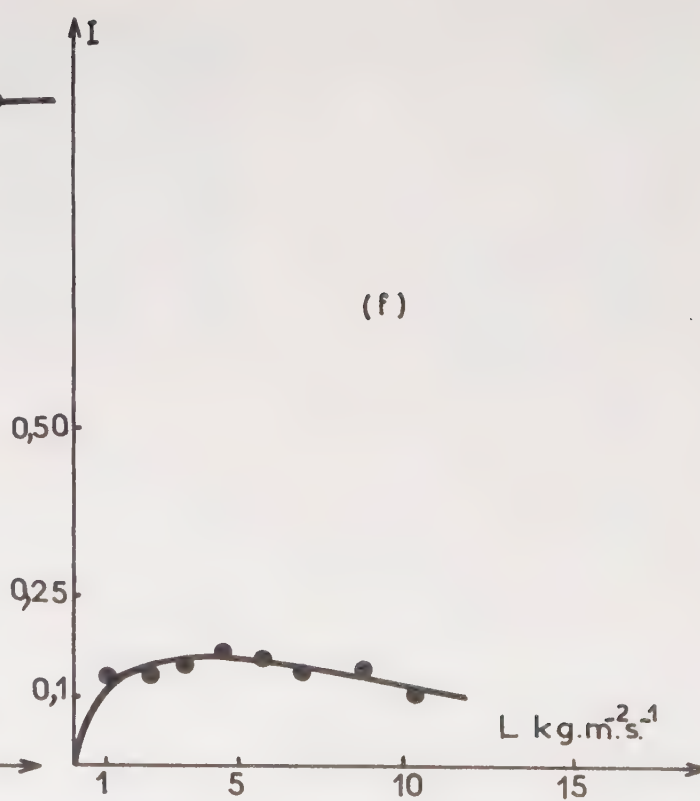
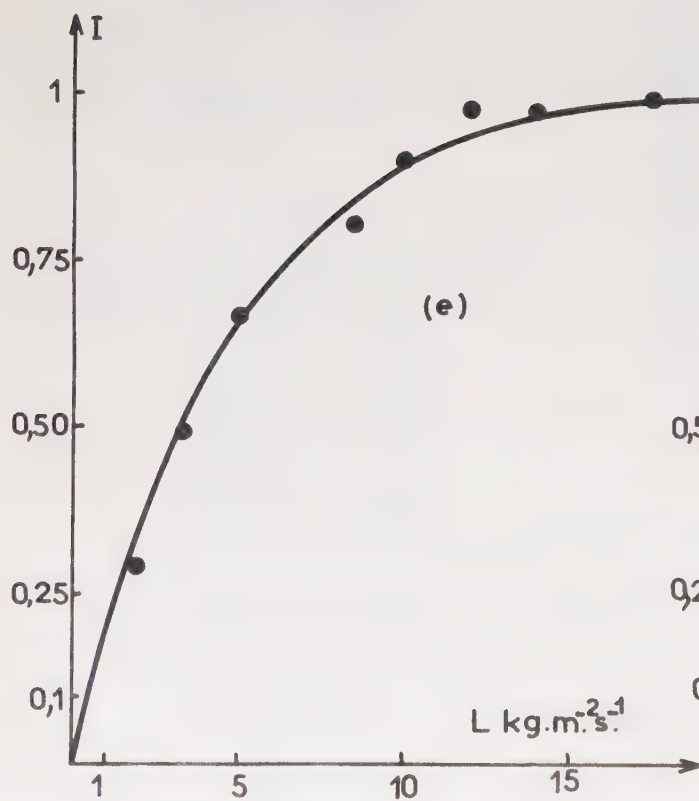
VARIATION DE L'INDICE DE MOBILITE DES GOUTTES
EN FONCTION DE L POUR $G=0$

Liquide : eau

Anneaux RASCHIG 22mm

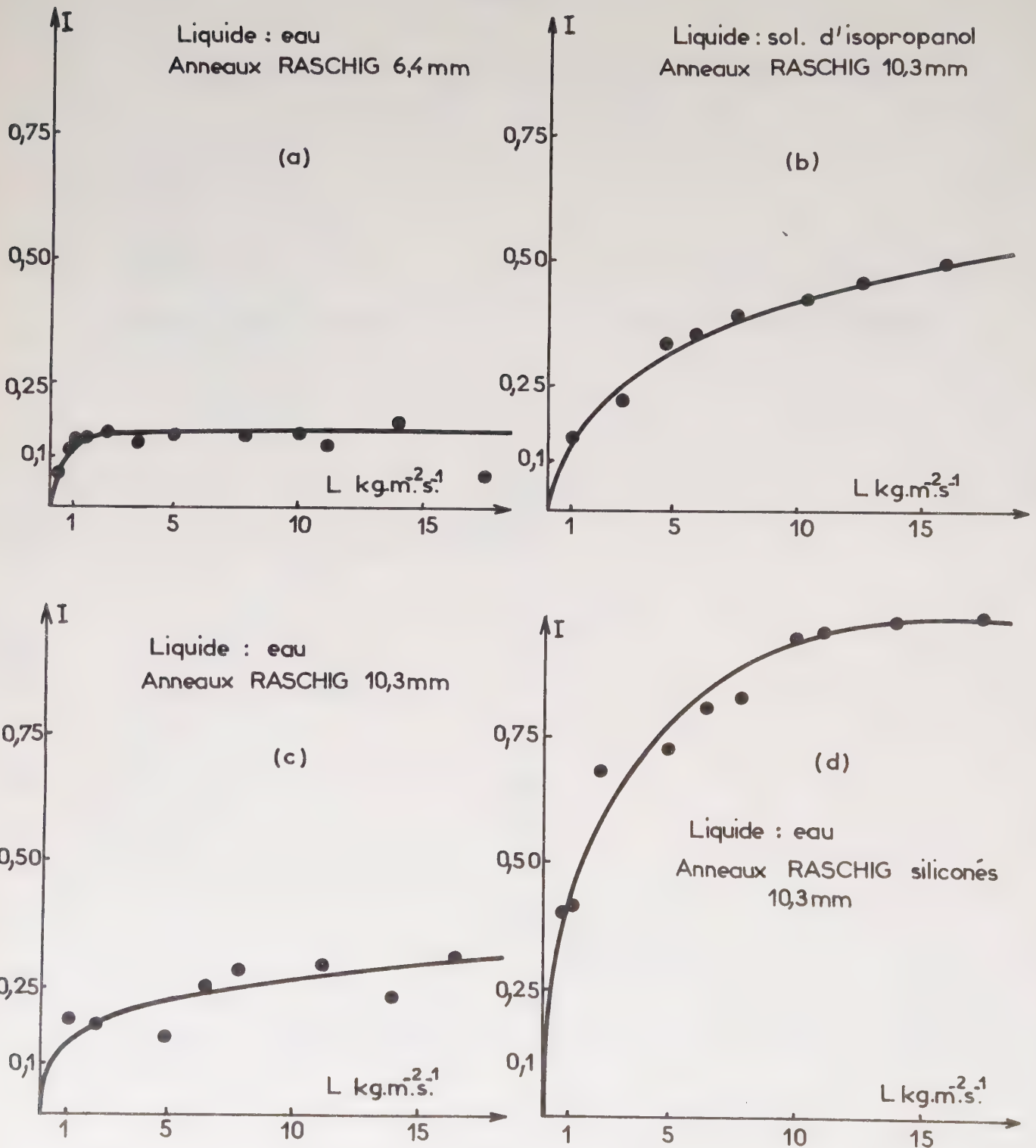
Liquide : sol. de saccharose

Anneaux RASCHIG 10,3 mm



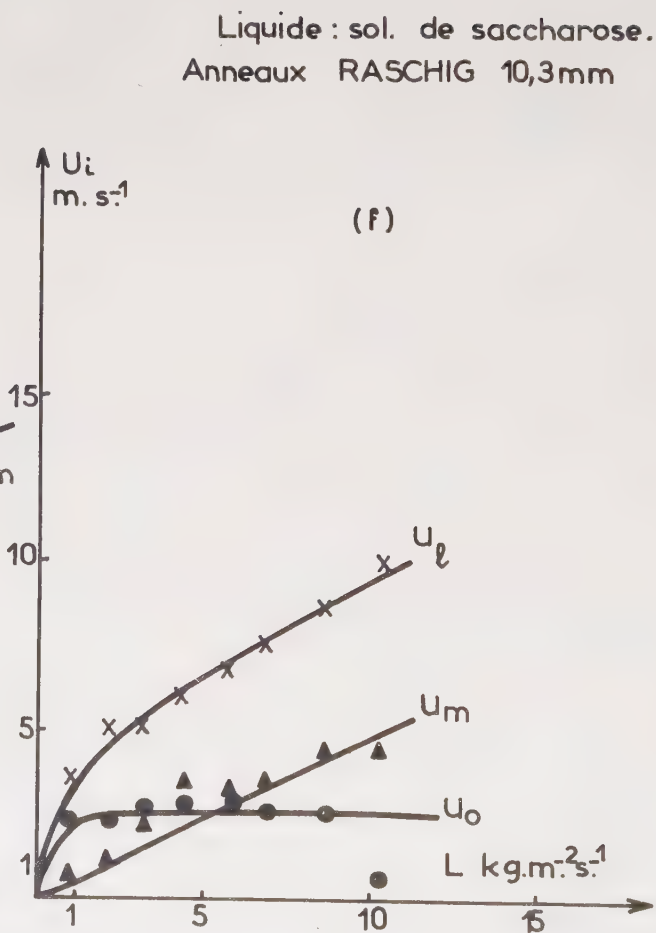
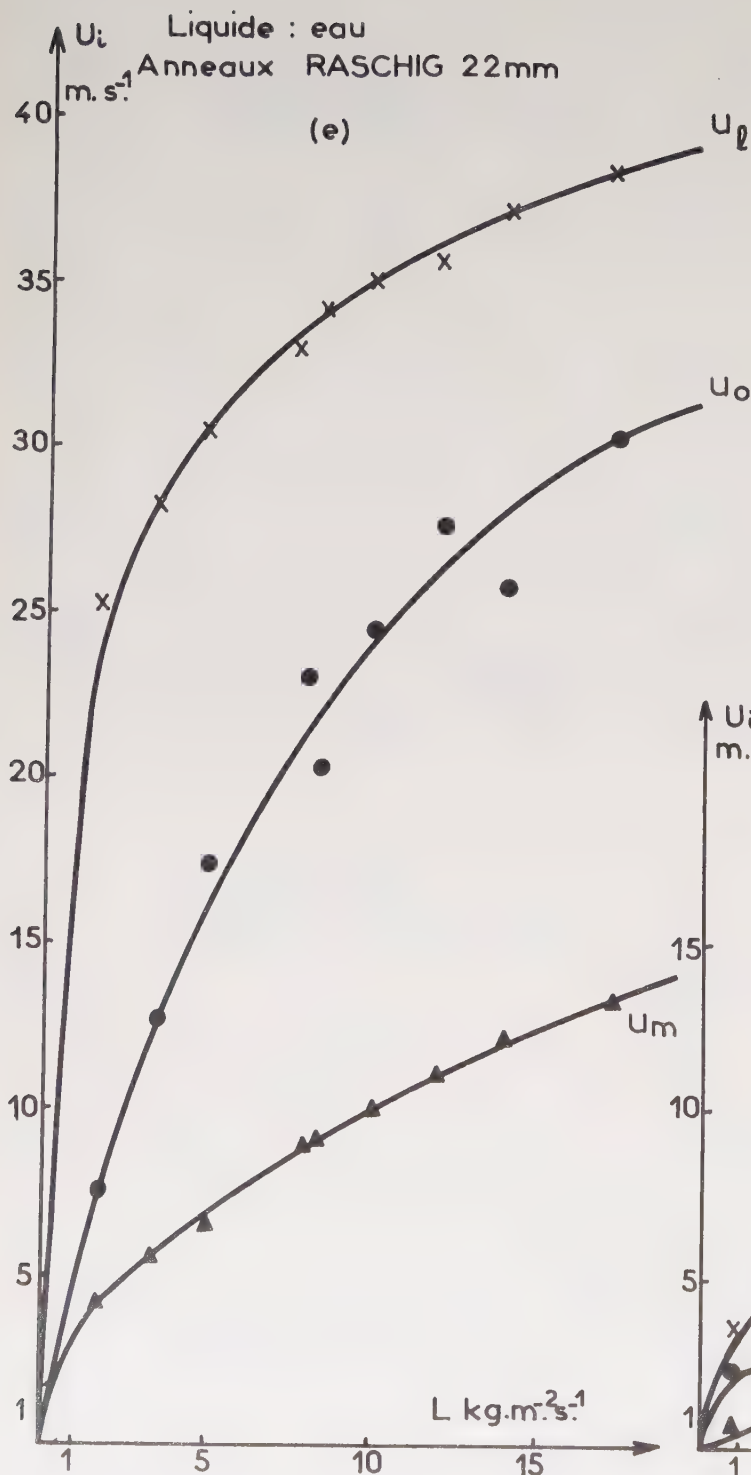
VARIATION DE L'INDICE DE MOBILITE DES GOUTTES EN FONCTION DE L POUR G=0

Fig. IV.7



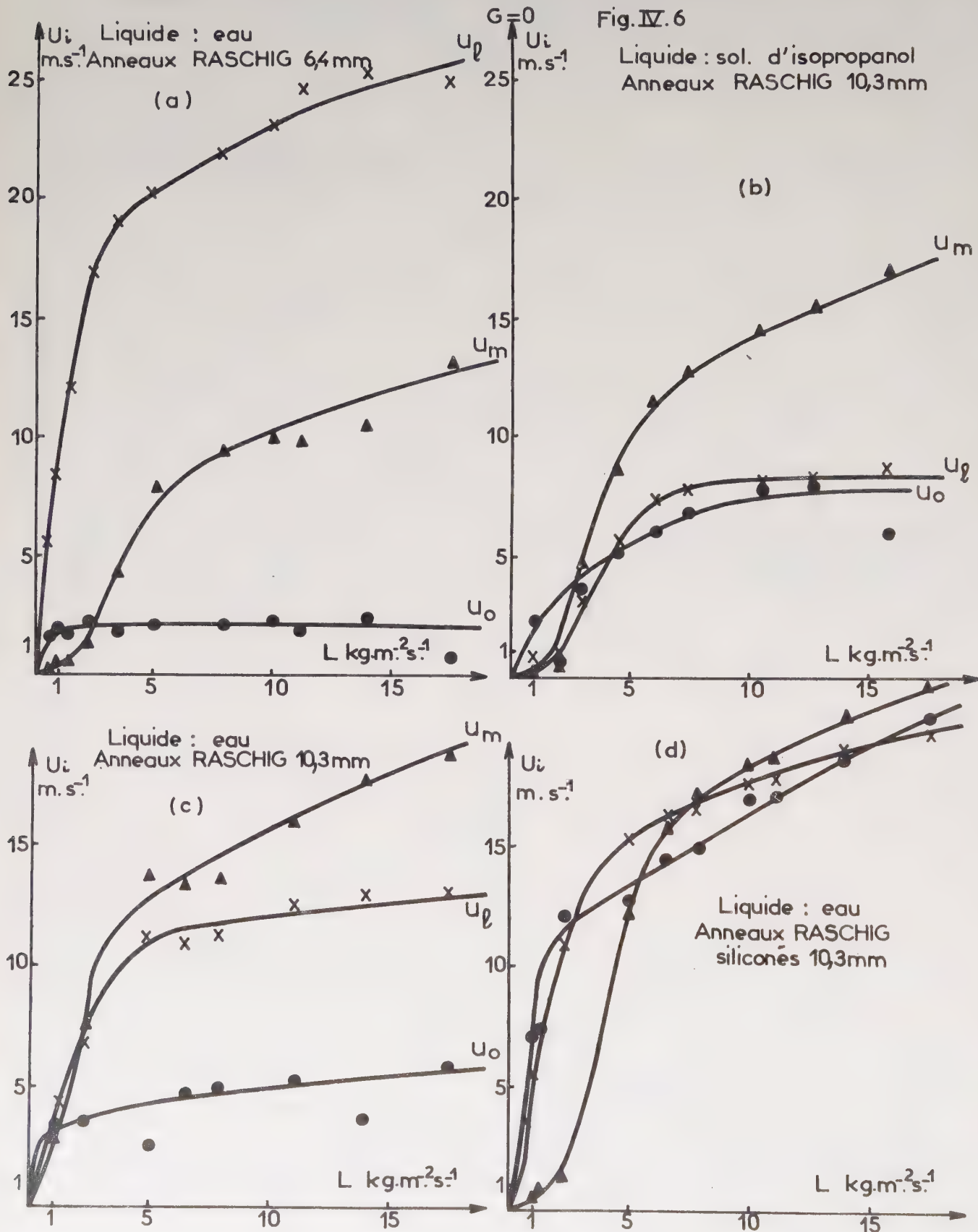
DISTRIBUTION DES VITESSES DU LIQUIDE EN
FONCTION DE L POUR G=0

Fig.IV.6



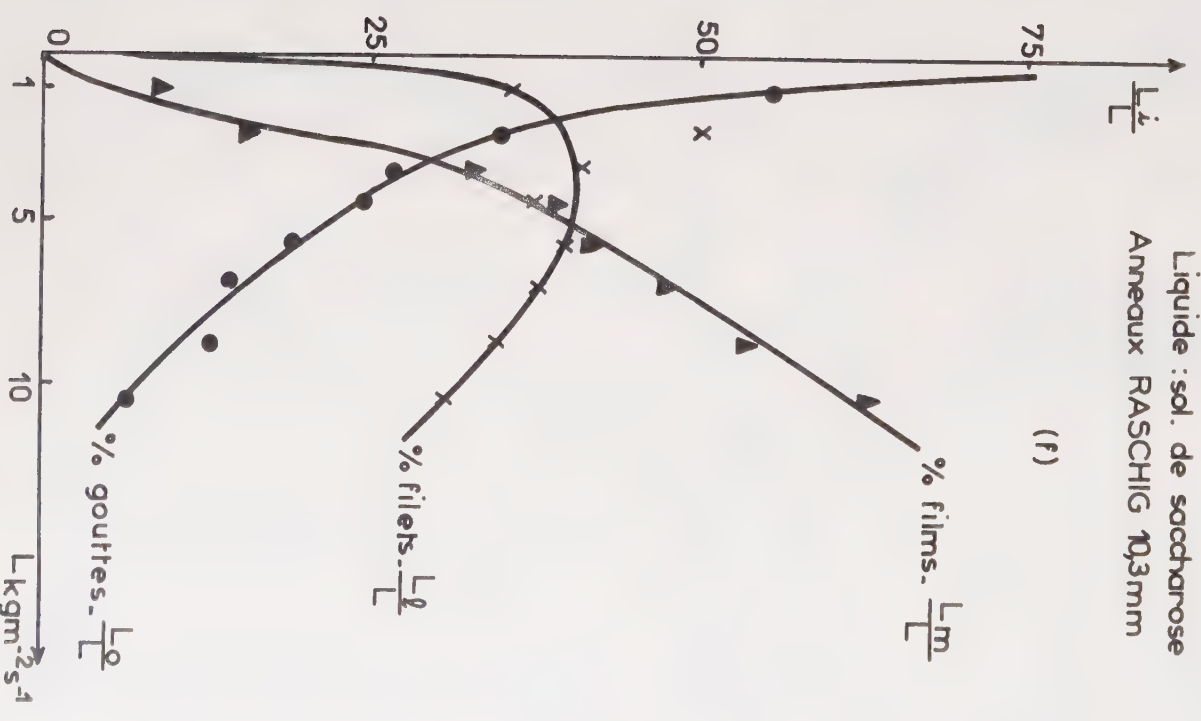
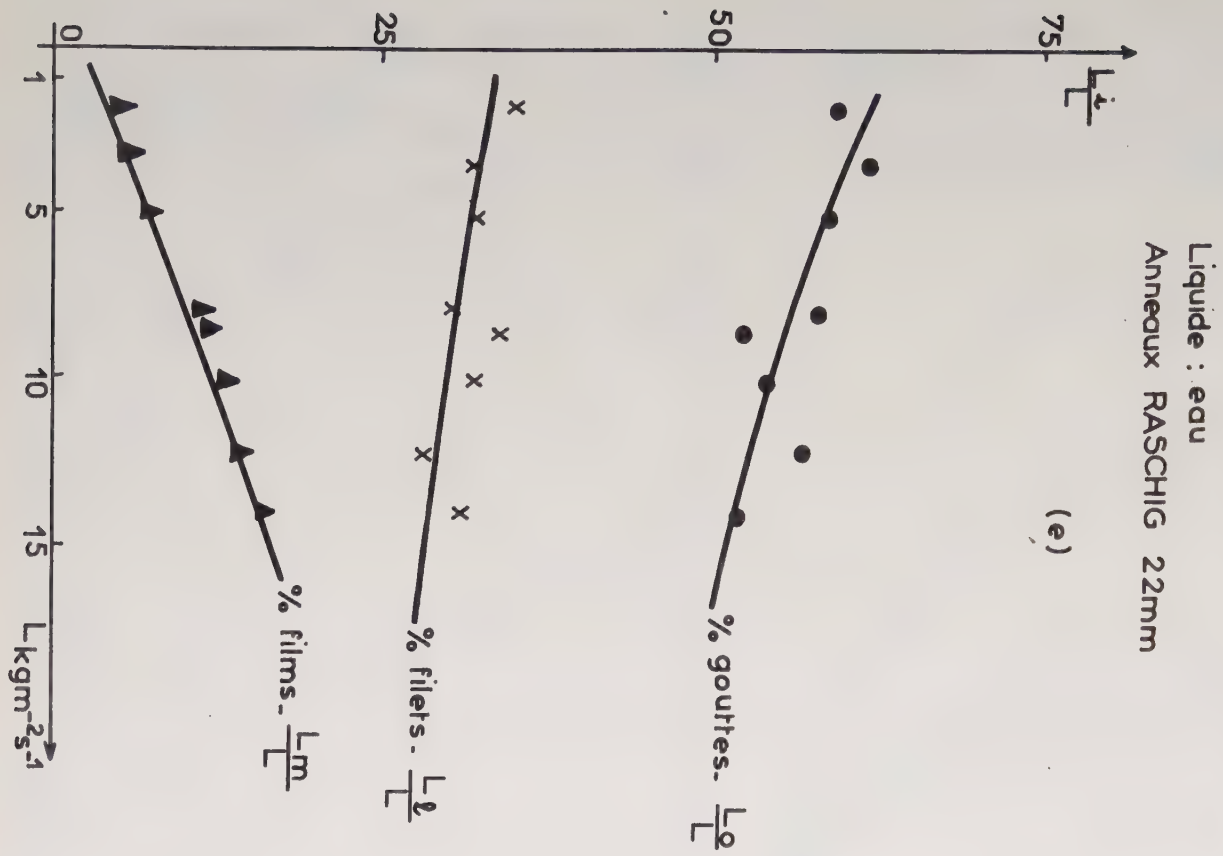
DISTRIBUTION DES VITESSES DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR

Fig. IV.6



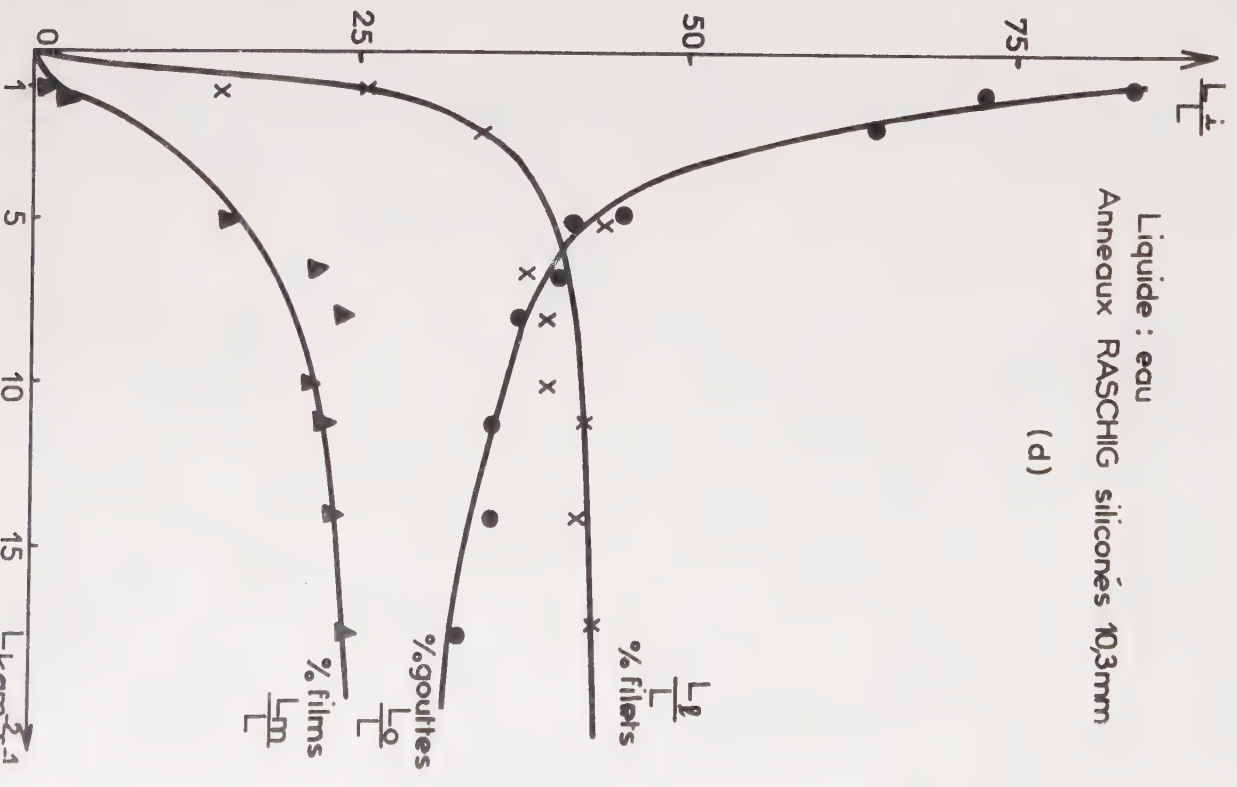
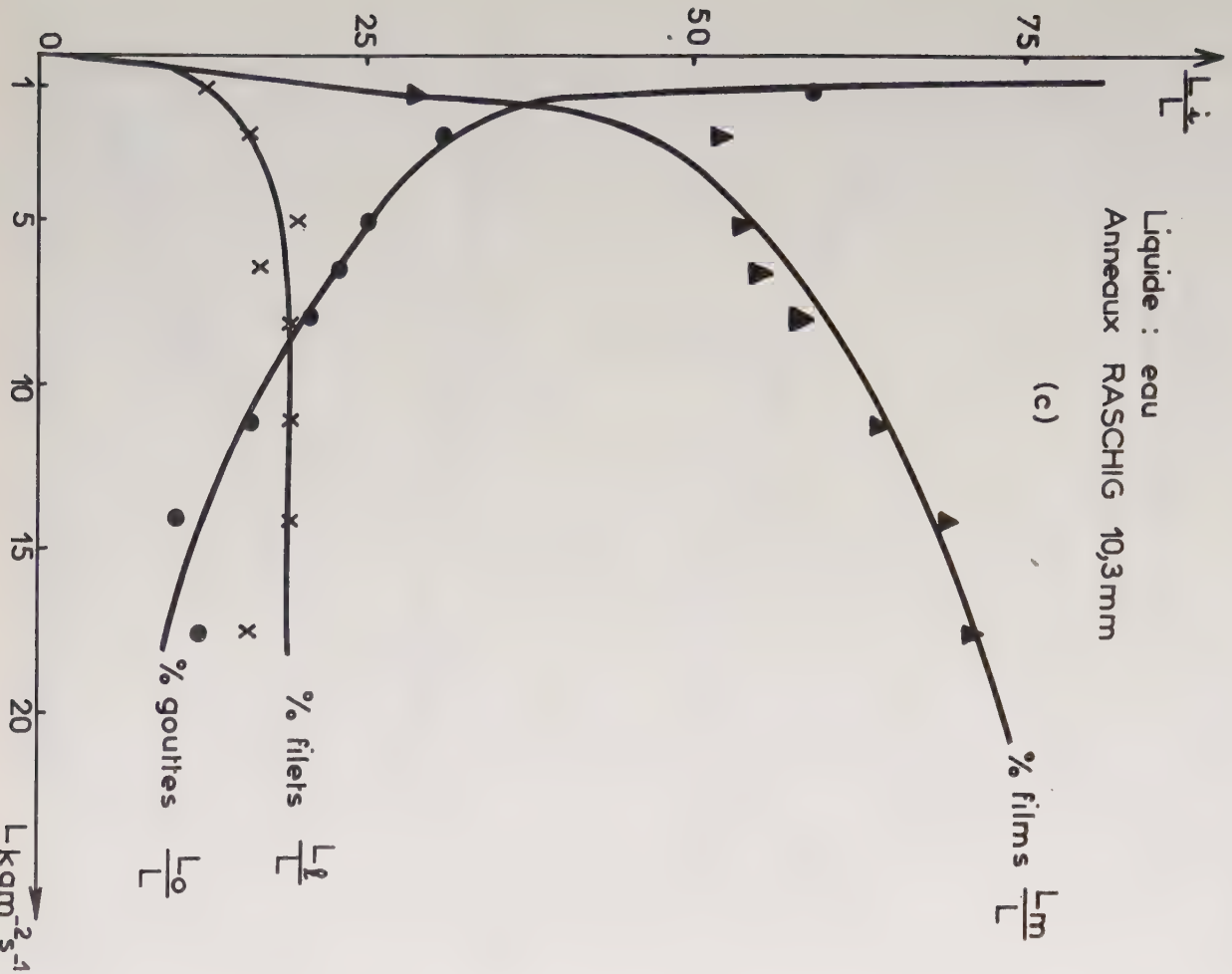
DEBITS RELATIFS DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

Fig.IV.5



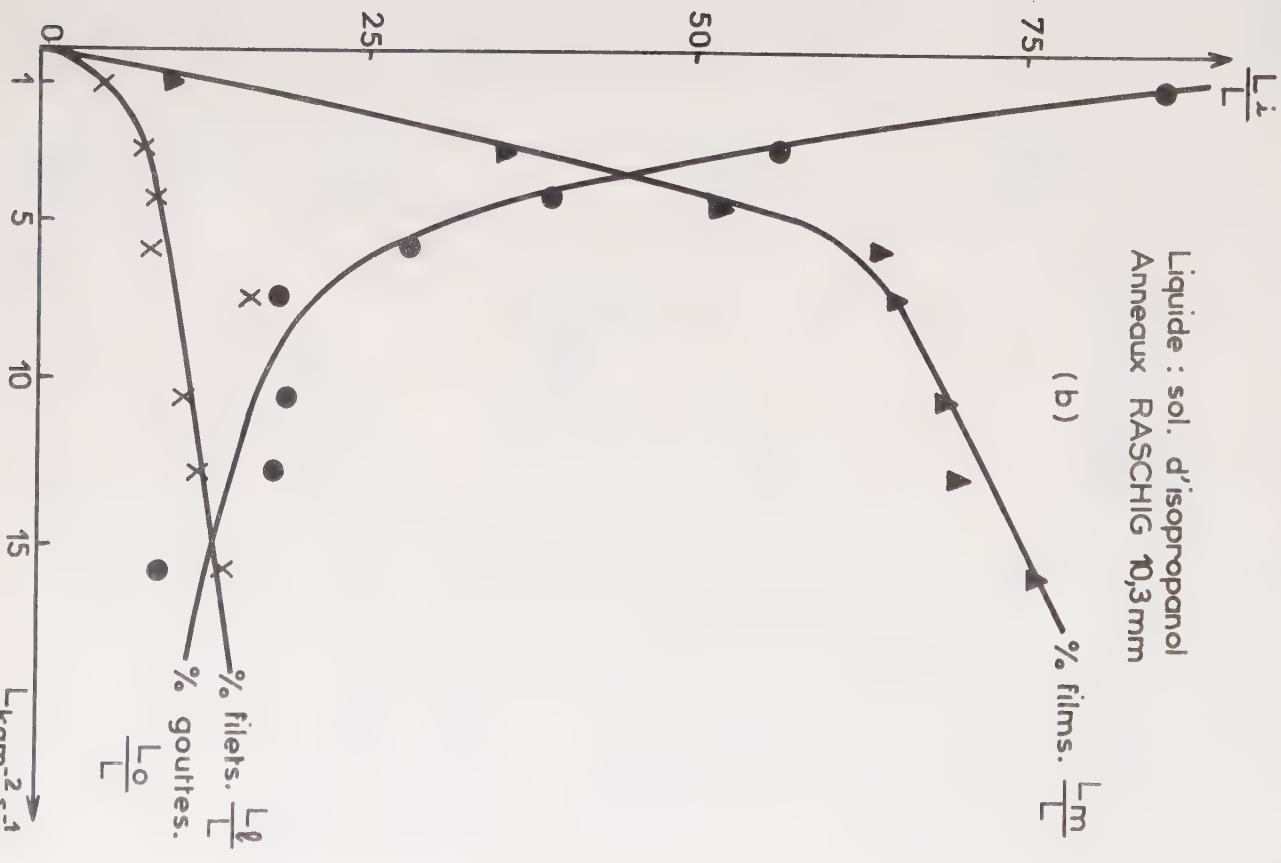
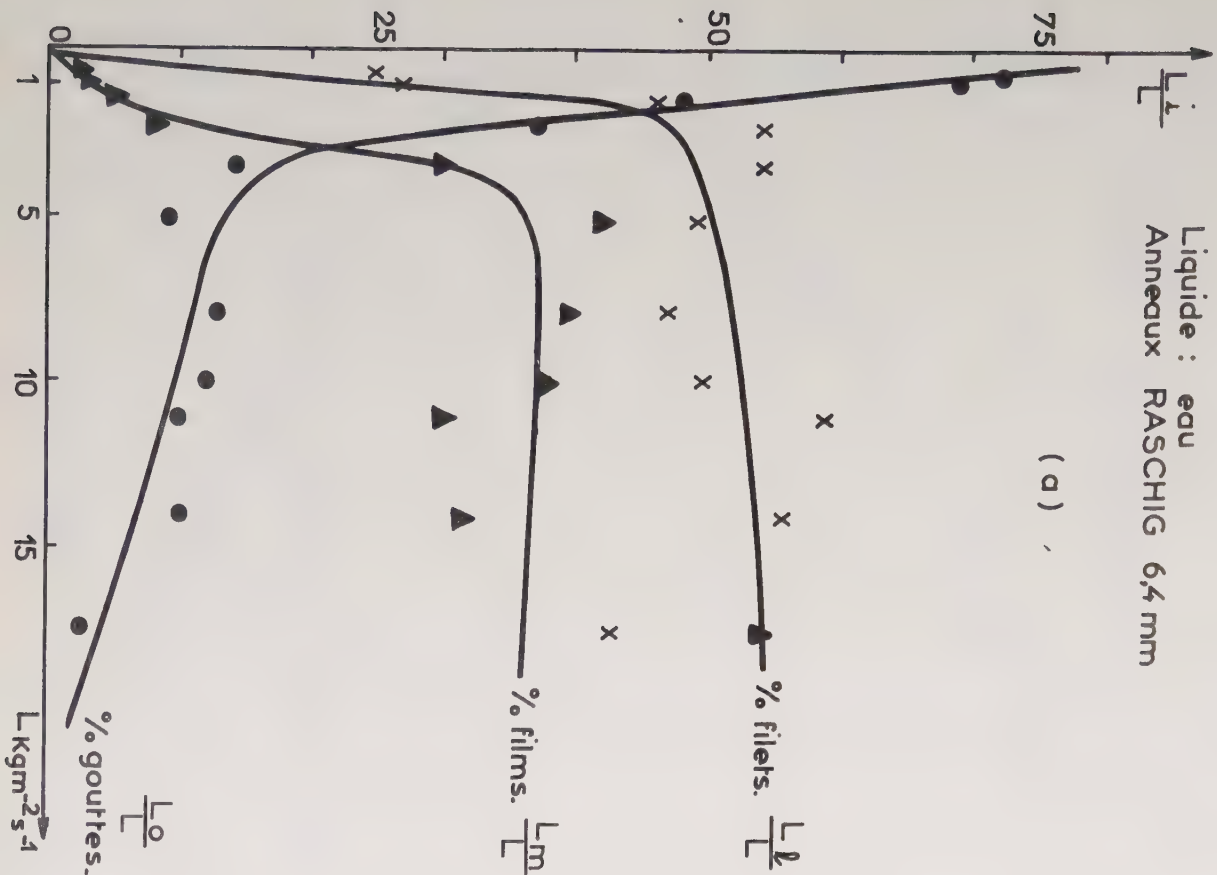
DEBITS RELATIFS DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

Fig.IV.5



DEBITS RELATIFS DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

Fig. IV.5



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION
DE L POUR G=0

Liquide : eau
Anneaux RASCHIG 22 mm

(e)

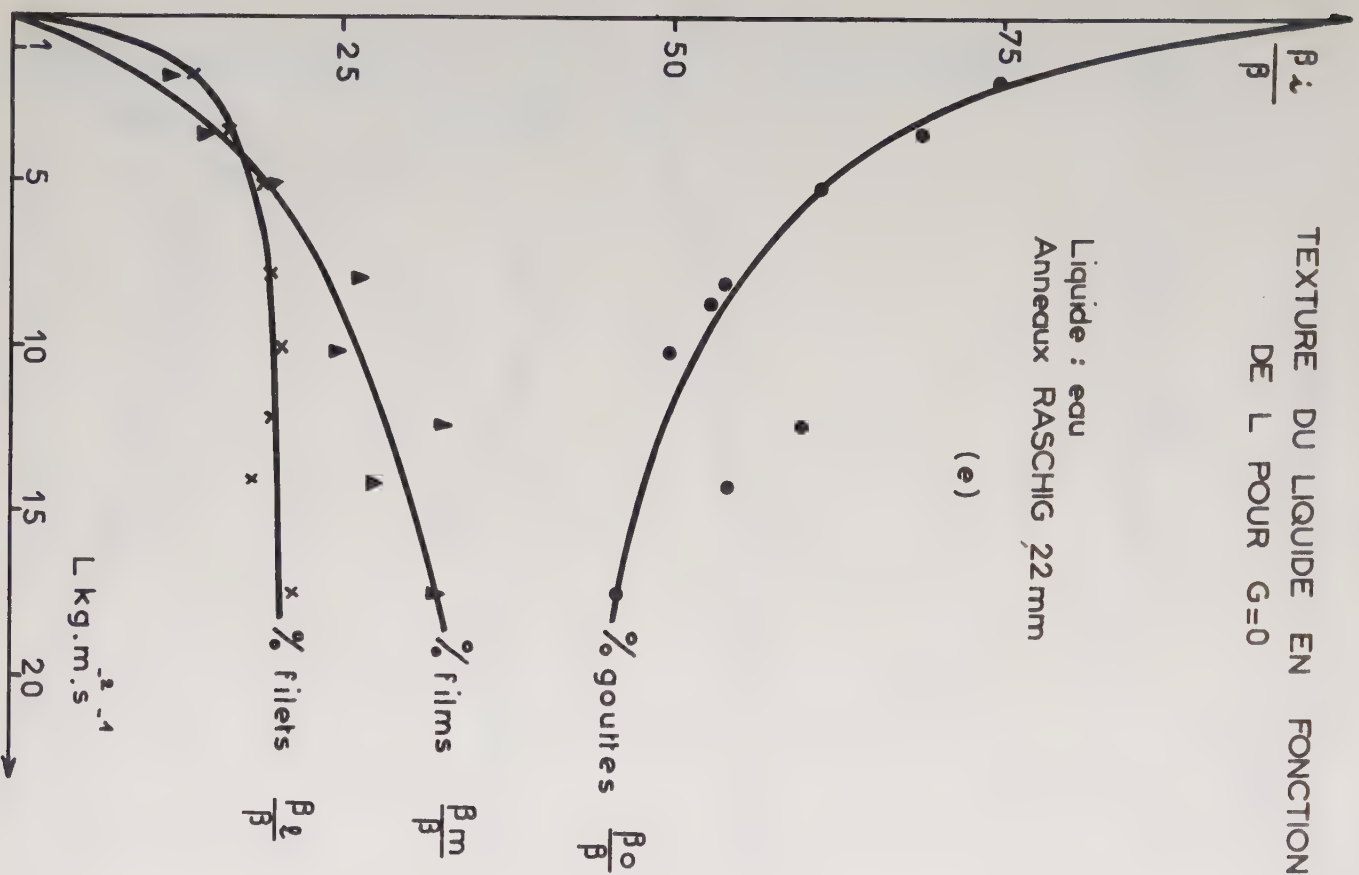
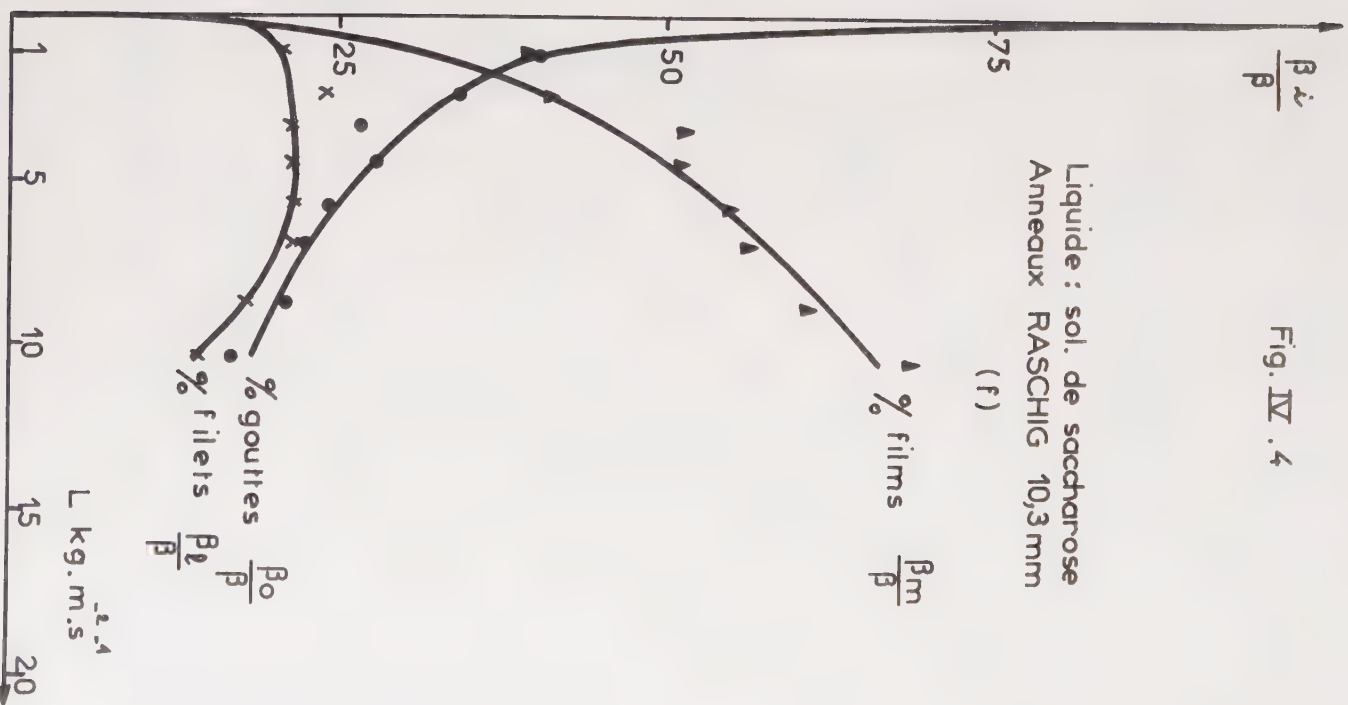


Fig. IV . 4

Liquide : sol. de saccharose
Anneaux RASCHIG 10,3 mm

(f)



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION
DE L POUR G=0

Liquide : eau
Anneaux RASCHIG 10,3mm

(c)

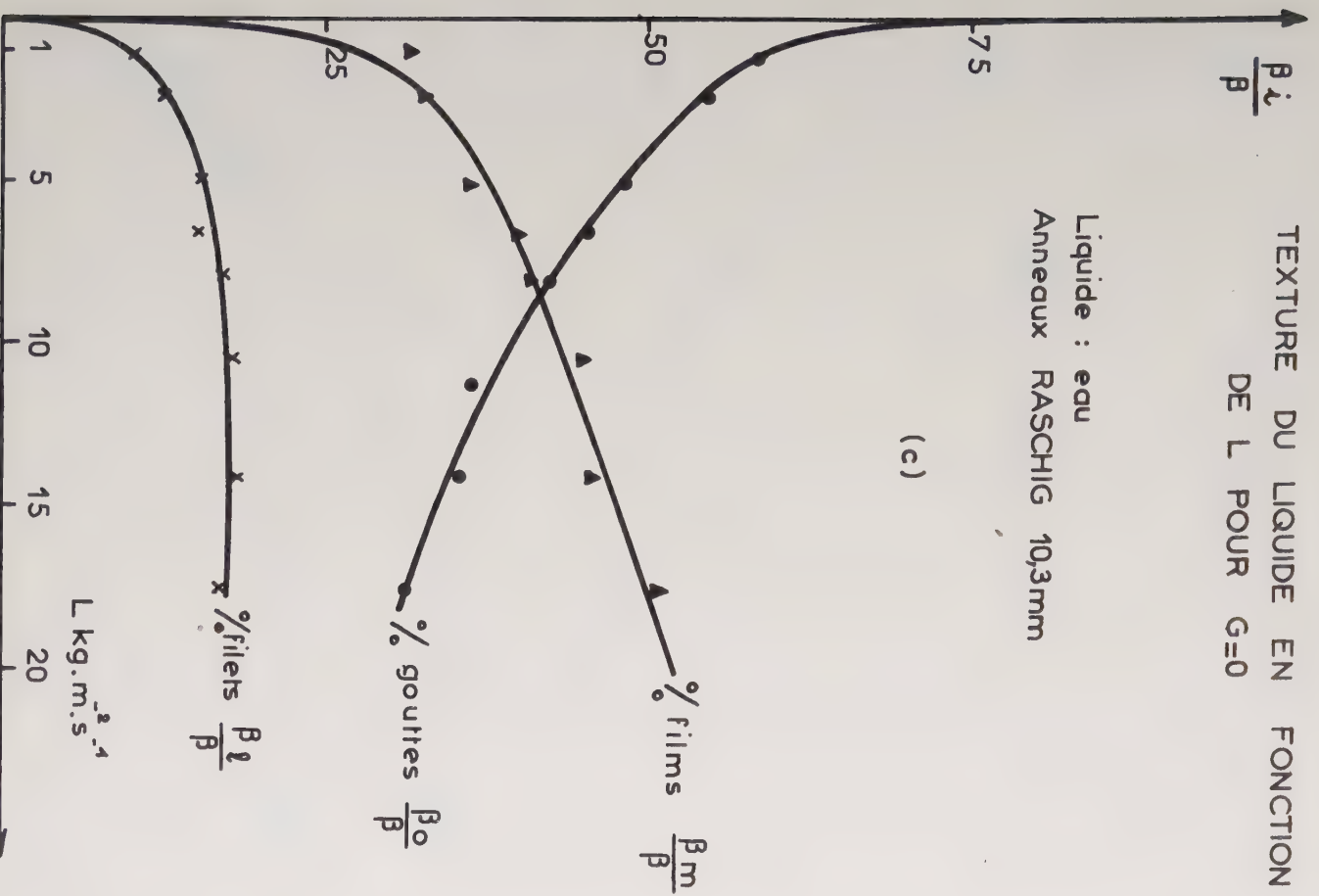
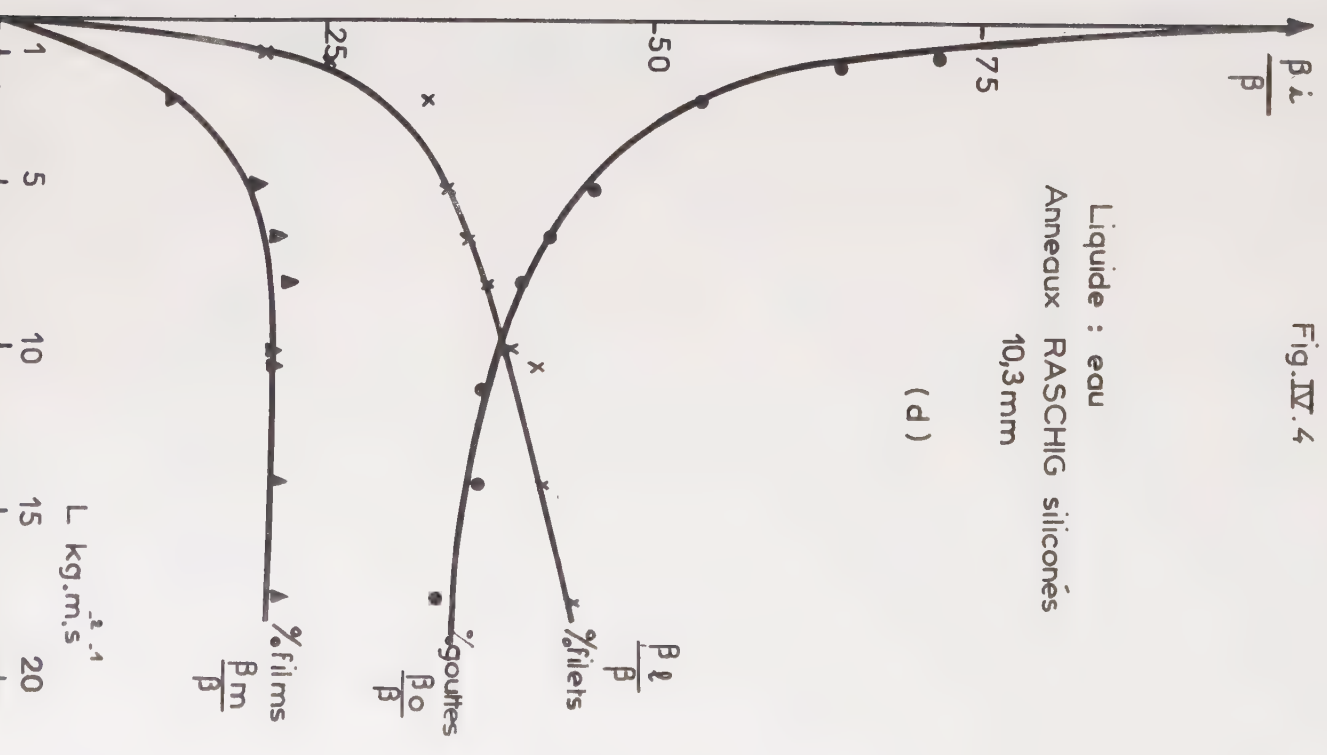


Fig. IV.4

Liquide : eau
Anneaux RASCHIG siliconés
10,3mm

(d)



TEXTURE DU LIQUIDE EN
FONCTION DE L POUR $G=0$

Liquide : eau
Anneaux RASCHIG 64 mm

(a)

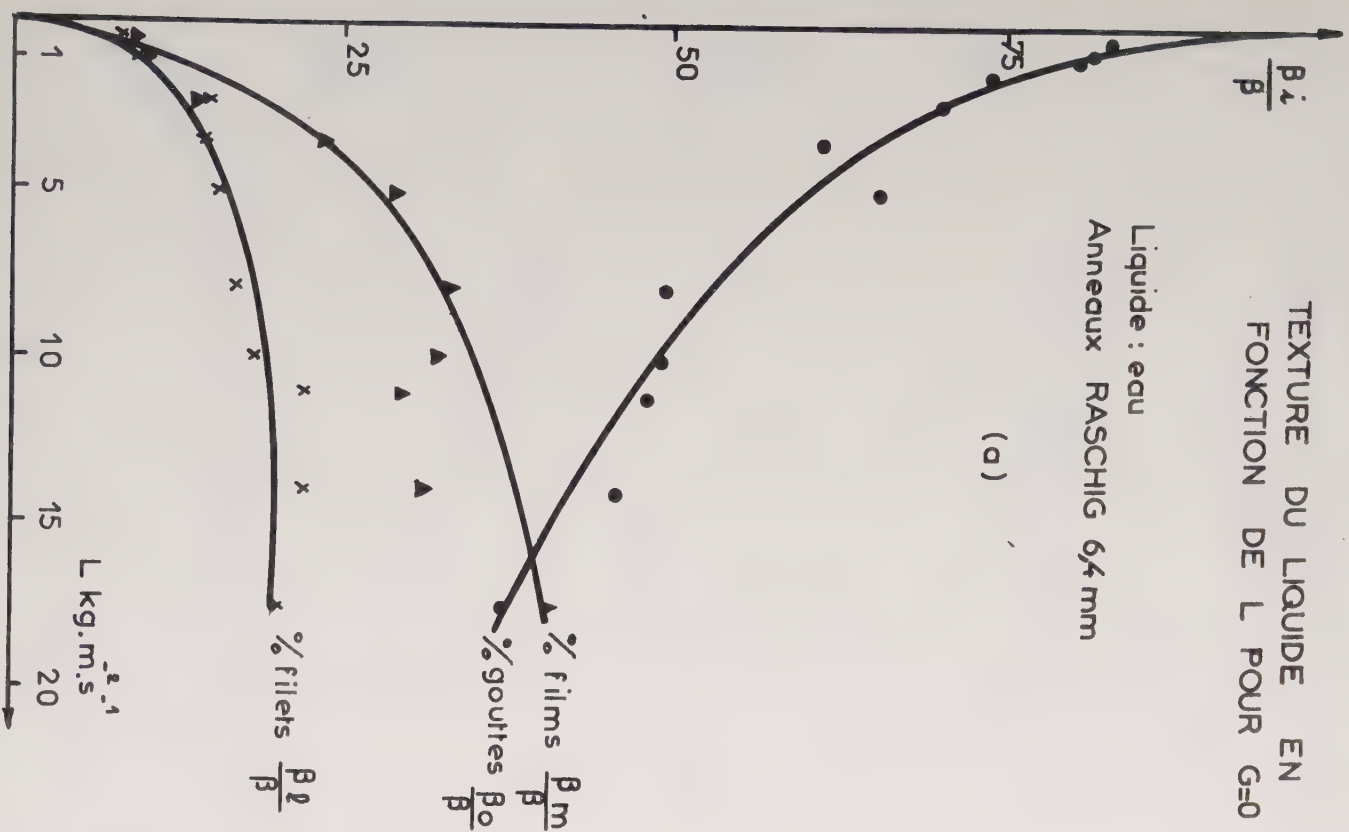
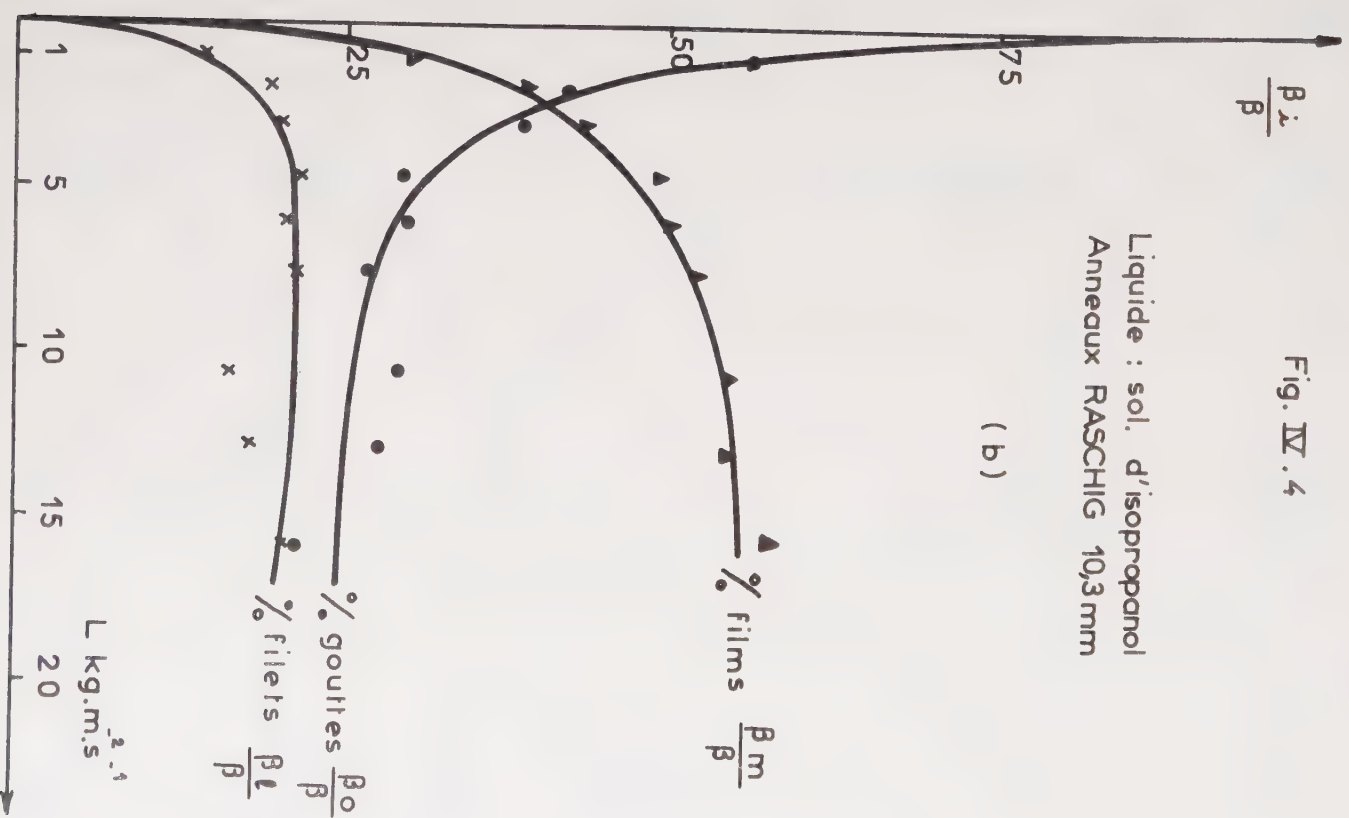


Fig. IV.4

Liquide : sol. d'isopropanol
Anneaux RASCHIG 10,3 mm

(b)



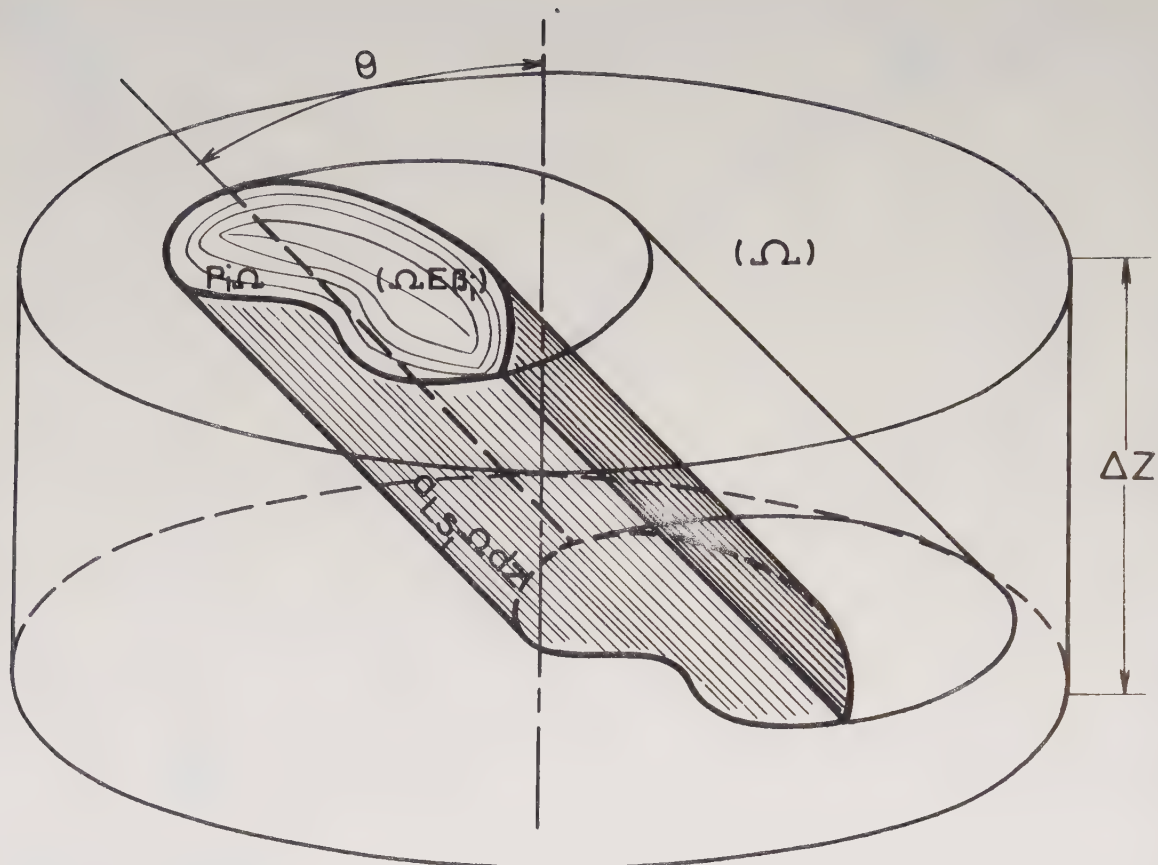


Fig.IV.1

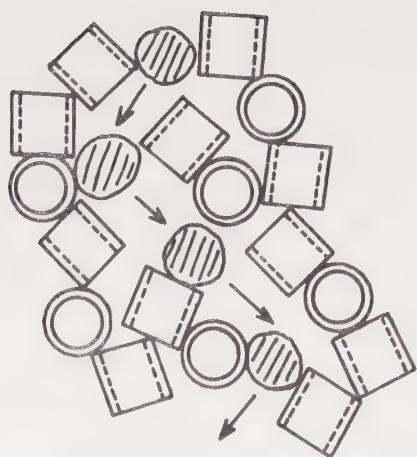


Fig.IV.2

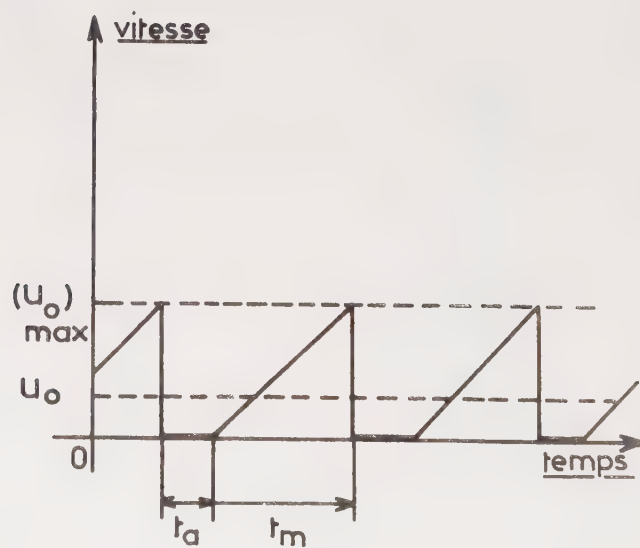
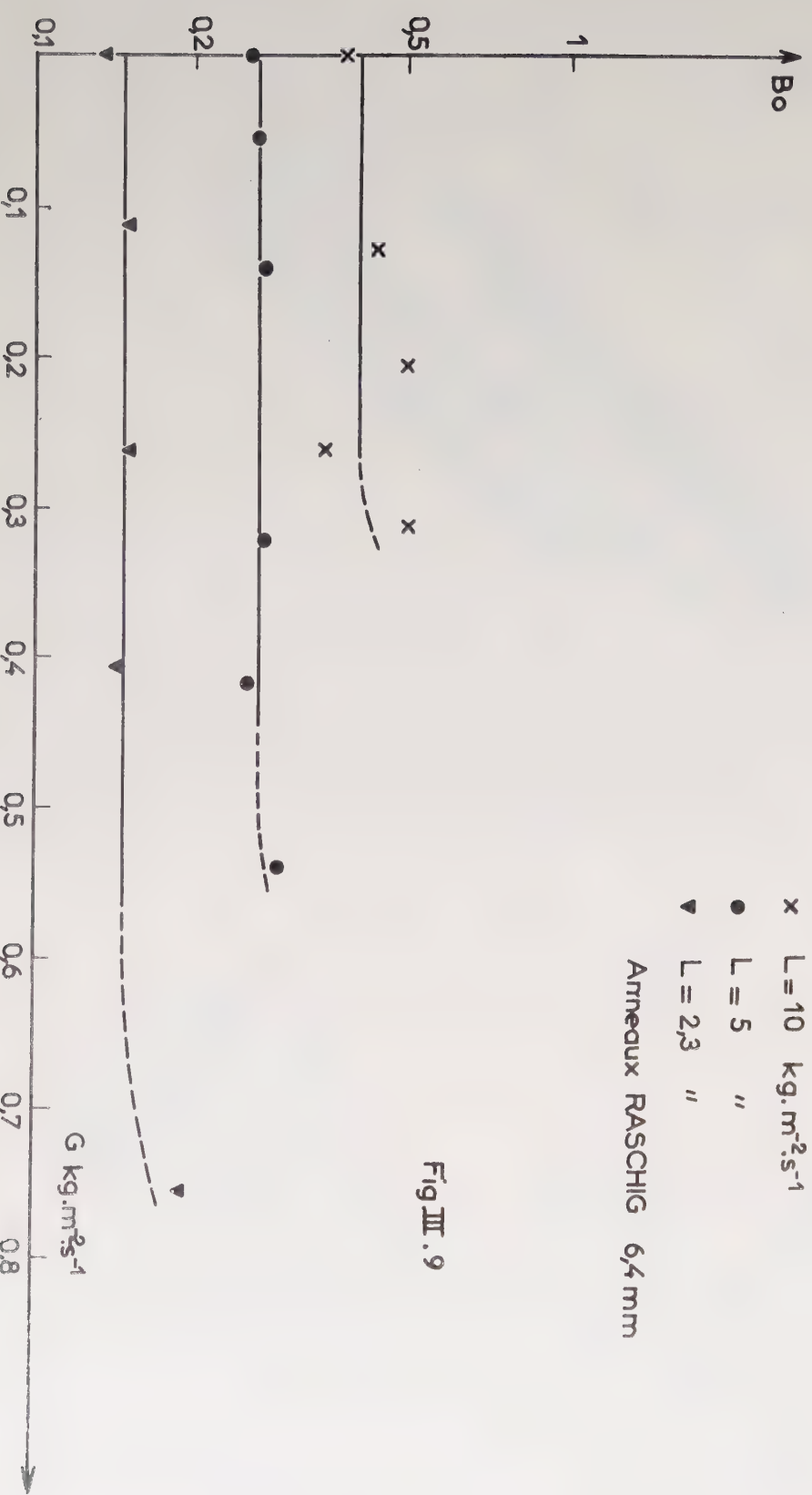


Fig.IV.3

INFLUENCE du DEBIT GAZEUX sur la DISTRIBUTION des TEMPS
de SEJOUR pour un GARNISSAGE MOUILLE à CONTRE-COURANT



INFLUENCE du DEBIT GAZEUX sur la DISTRIBUTION des TEMPS de SEJOUR pour un GARNISSAGE en POLYETHYLENE à CONTRE-COURANT

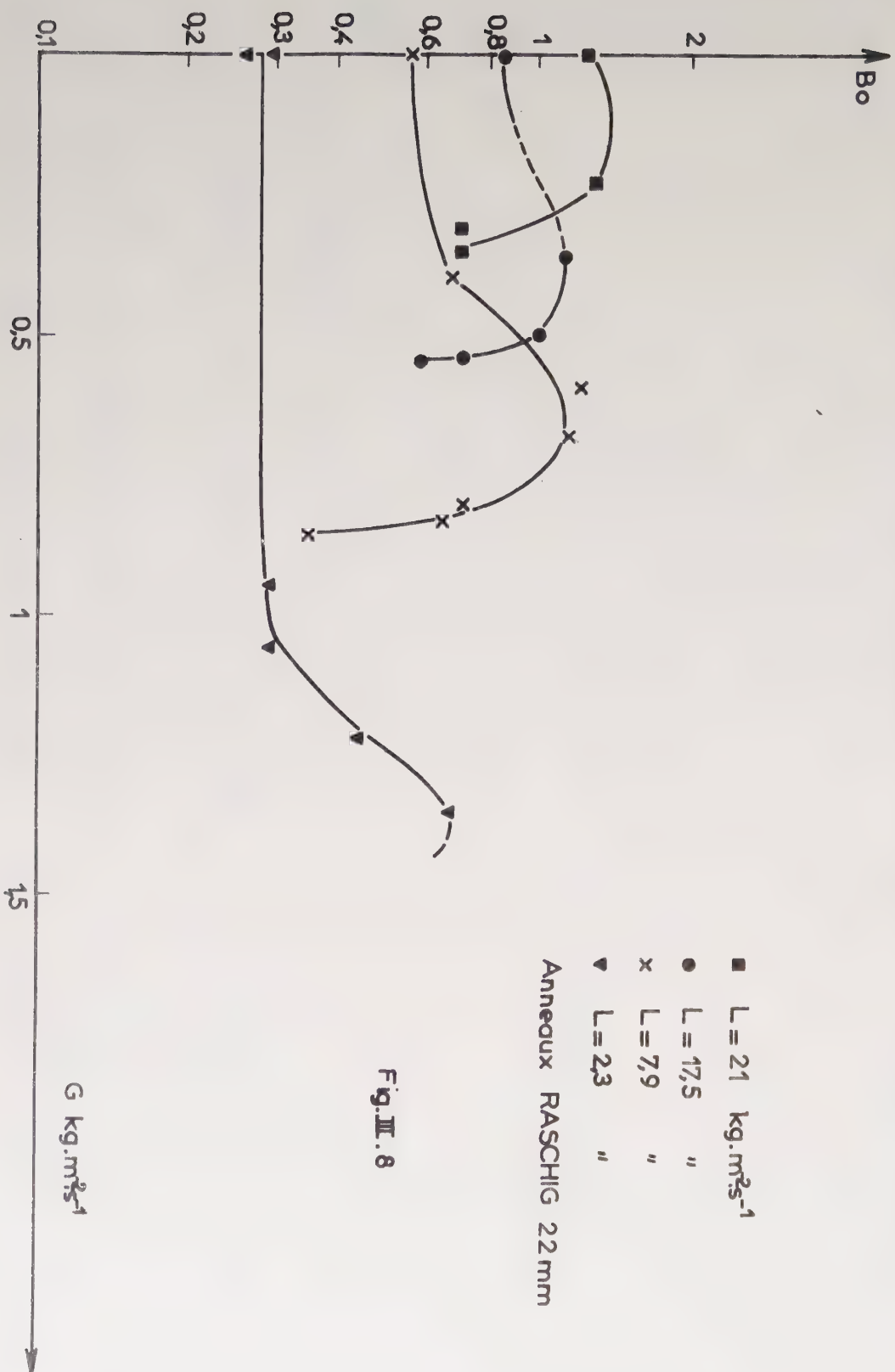
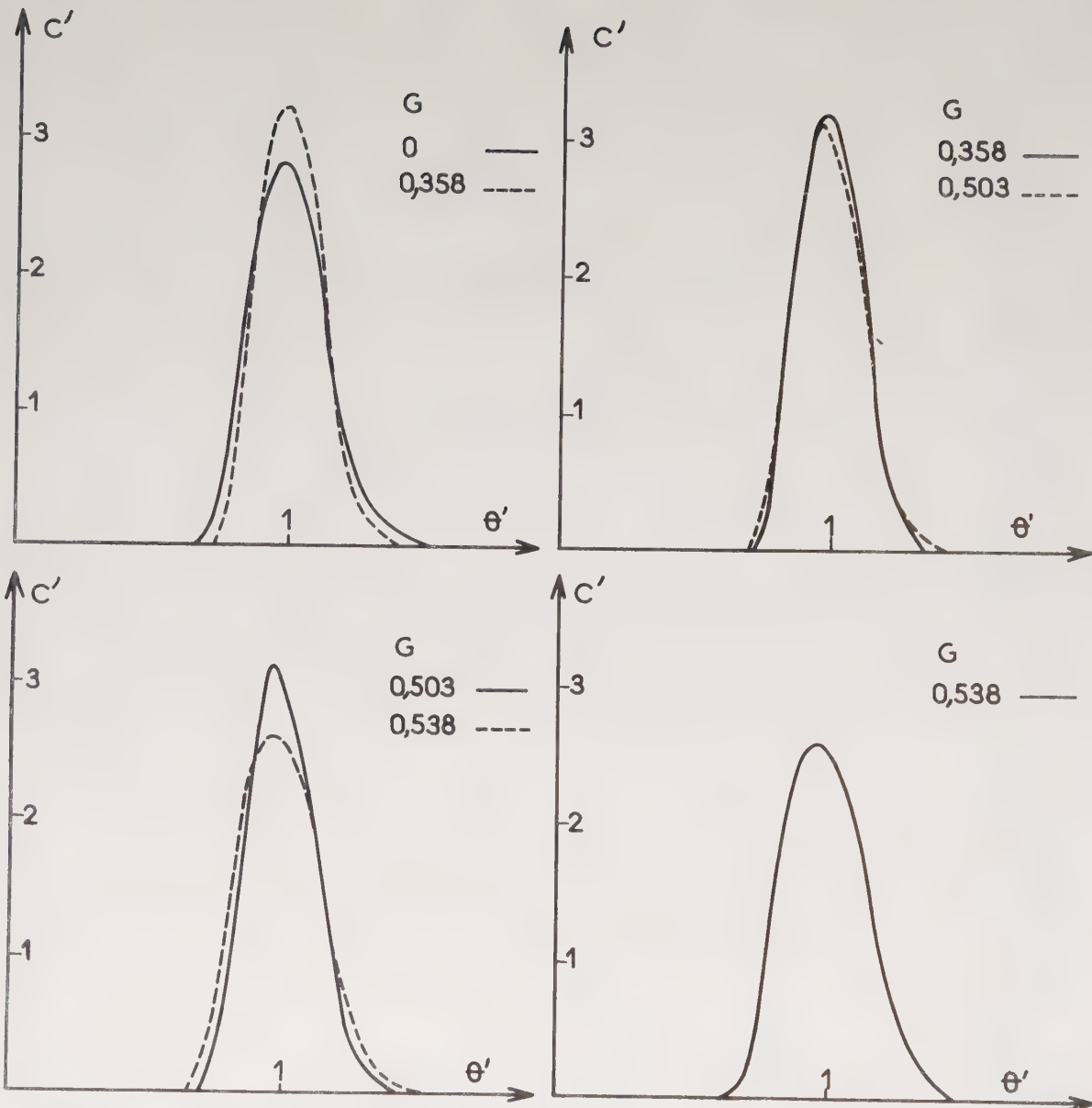


Fig.III.7



DISTRIBUTION des TEMPS de SEJOUR pour
un GARNISSAGE en POLYETHYLENE .

Système Eau-Air

$L = 17,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ contre-courant

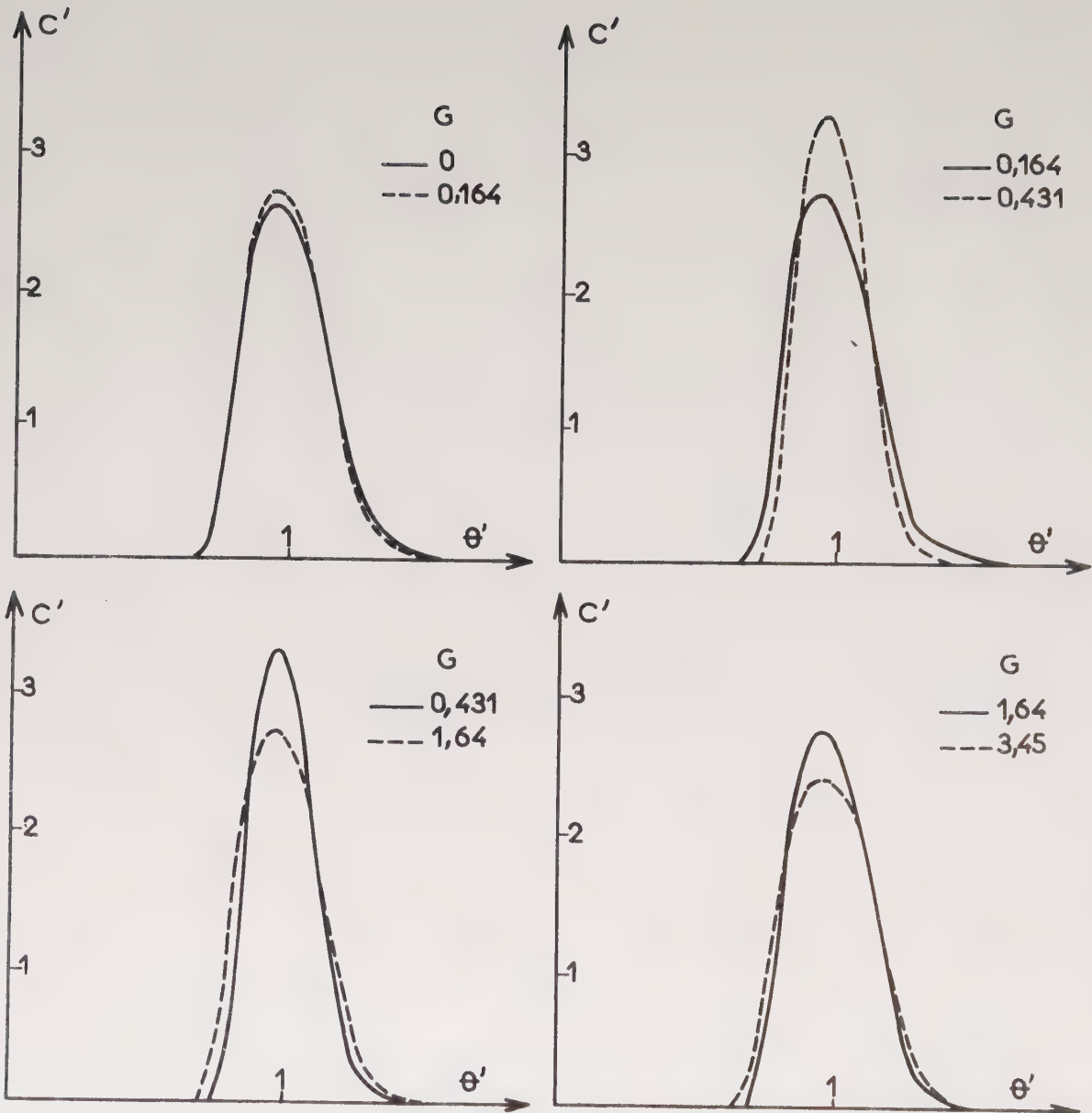
$H = 2,7 \text{ m}$

Anneaux RASCHIG 22 mm

$G \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \text{ Pe} = \frac{U_L \cdot H}{D_L}$

0	96,77
0,358	129,67
0,503	114,42
0,538	81,59

Fig. III . 6



DISTRIBUTION des TEMPS de SEJOUR pour
un GARNISSAGE MOUILLE

Système Eau. Air

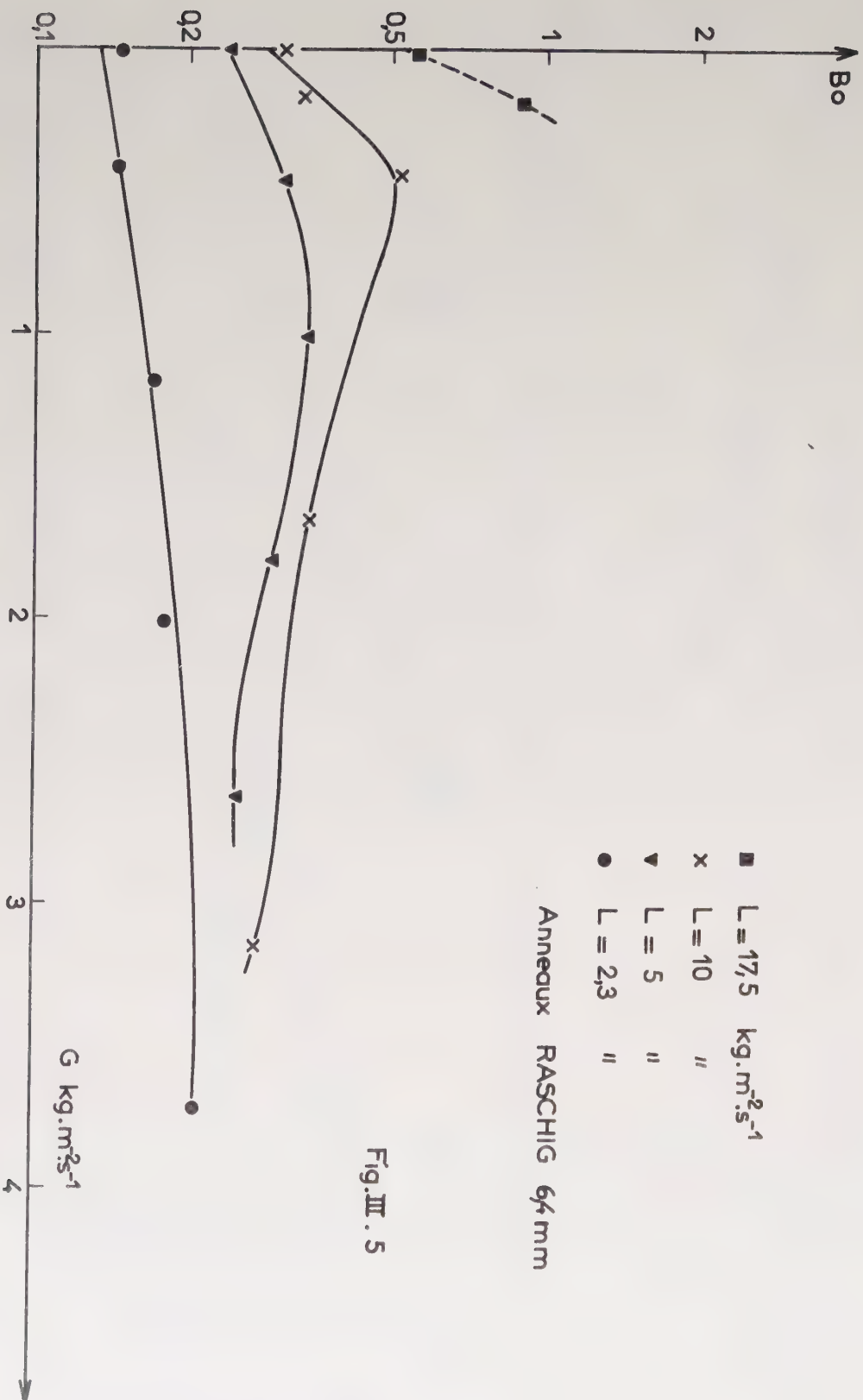
$L = 10 \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$ Co-Courant

$H = 1,63 \text{ m}$

Anneaux RASCHIG 6,4mm

$G \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$	$Pe = \frac{U \cdot H}{D_L}$
0	77,86
0,164	84,73
0,431	132,43
1,64	87,20
3,45	71,03

INFLUENCE du DEBIT GAZEUX sur la DISTRIBUTION des TEMPS de SEJOUR pour un GARNISSAGE MOUILLE à CO-COURANT



MODELE P.D.E

ECOULEMENT PISTON
AVEC DISPERSION AXIALE

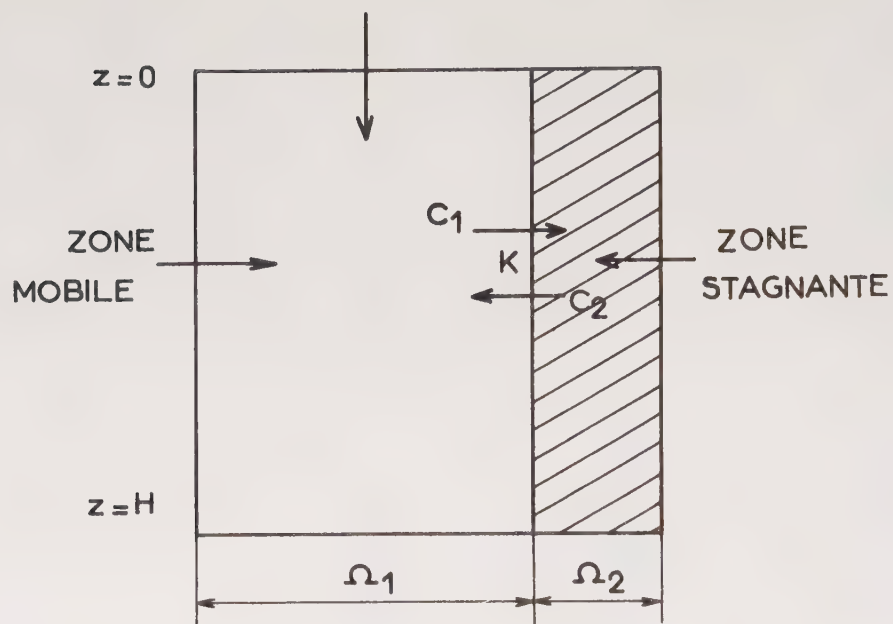
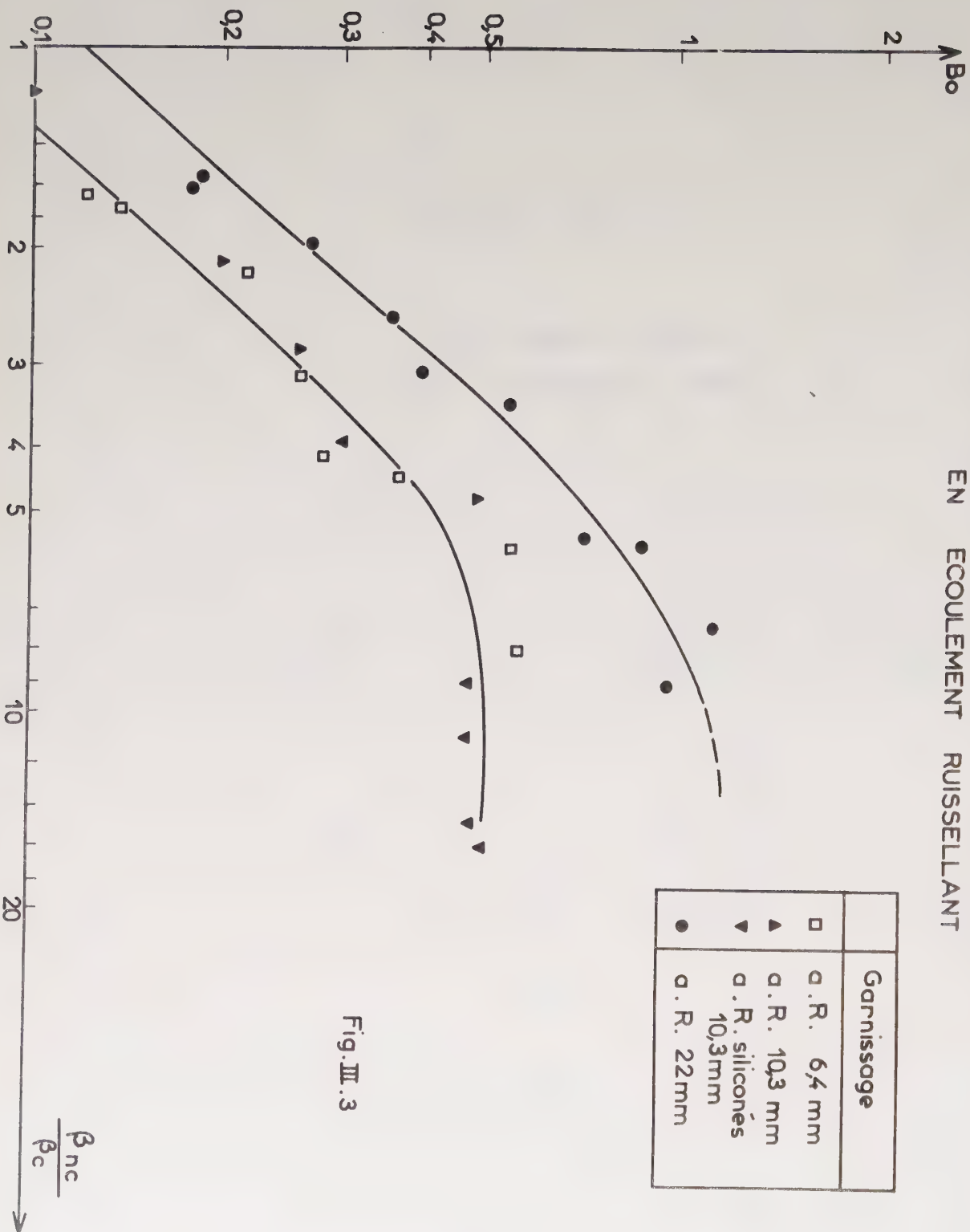


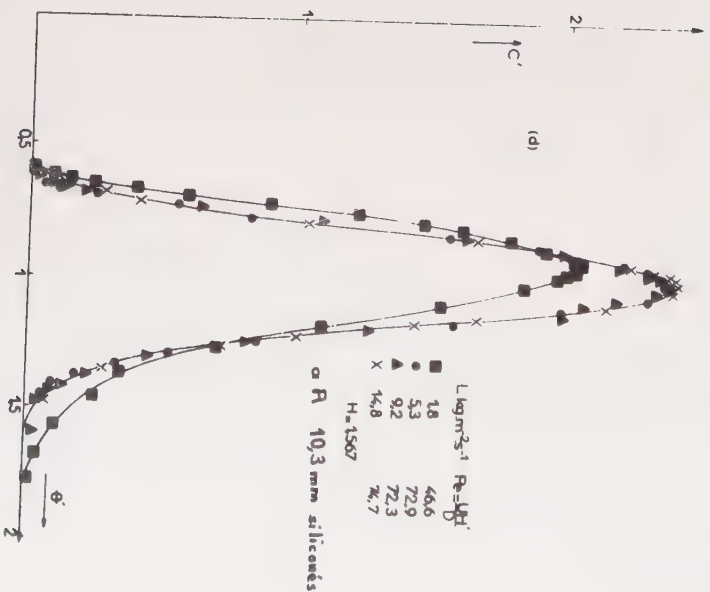
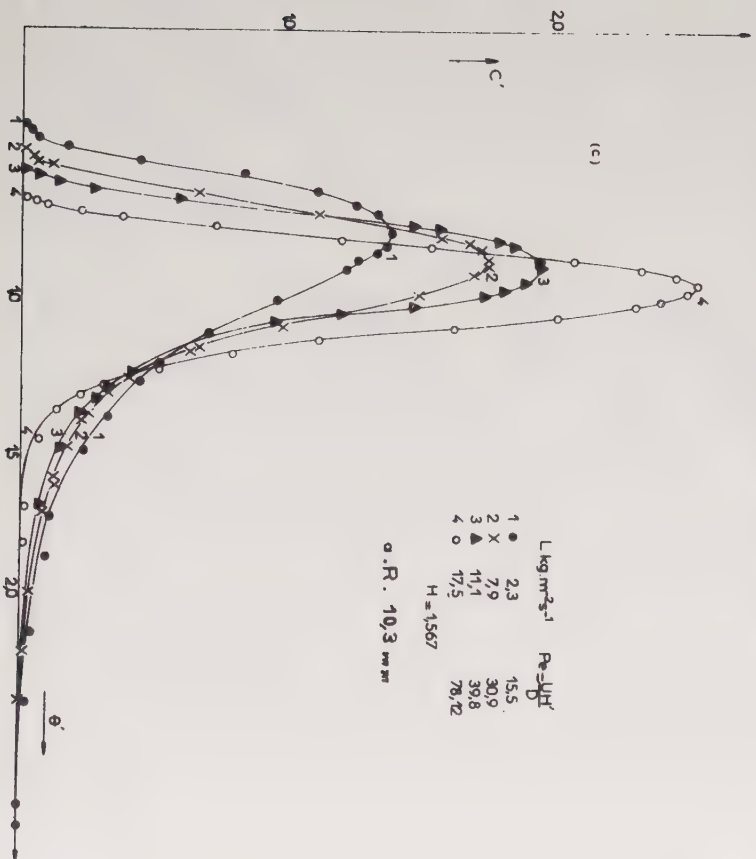
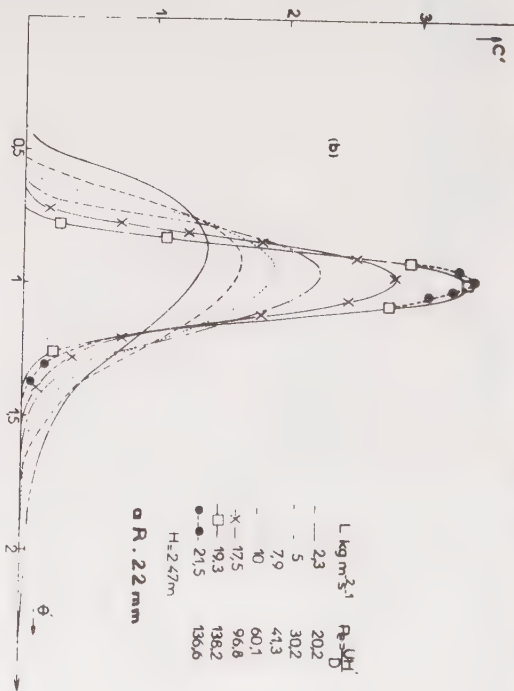
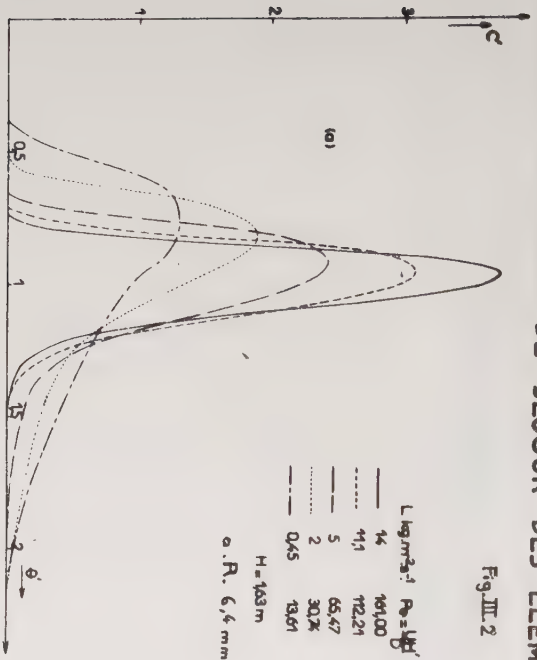
Fig.III.4

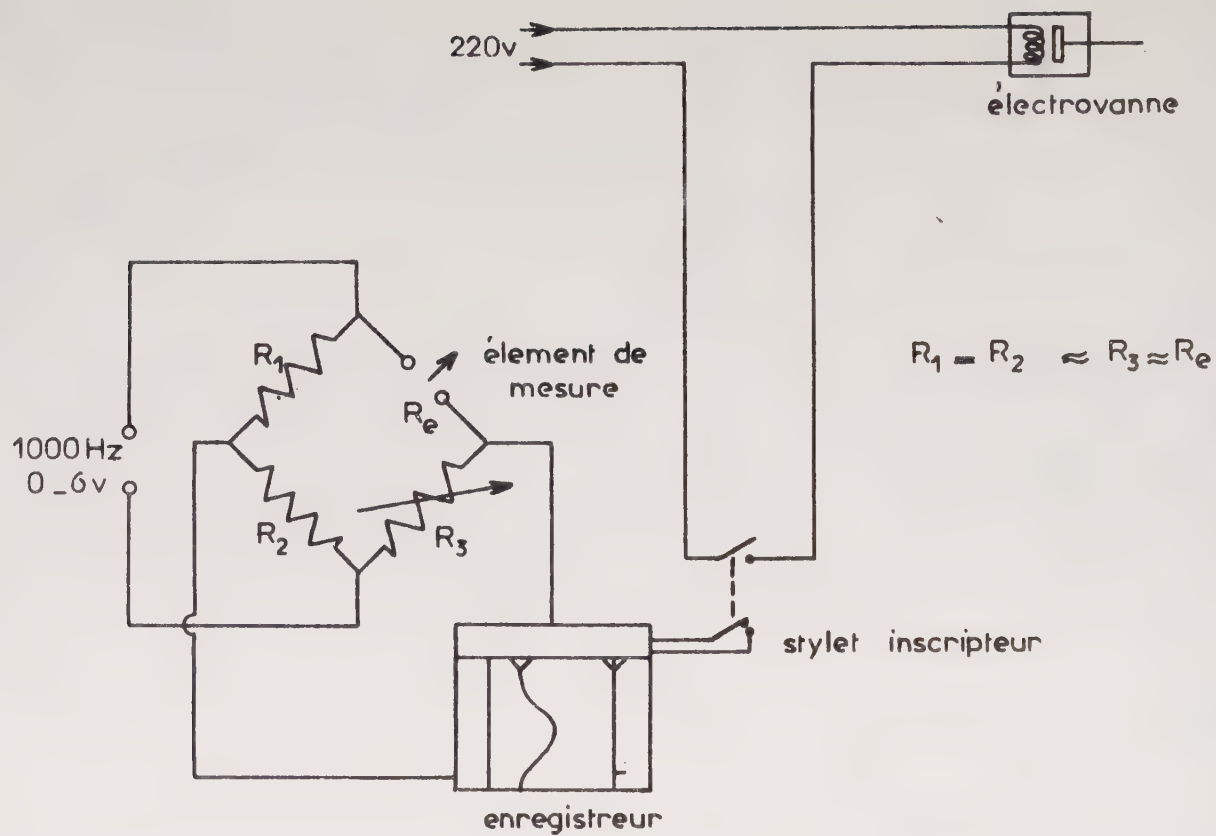
DISPERSION AXIALE de la PHASE LIQUIDE EN ECOULEMENT RUISSELLANT



DISTRIBUTION DES TEMPS DE SEJOUR DES ELEMENTS, DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

Fig. III.2



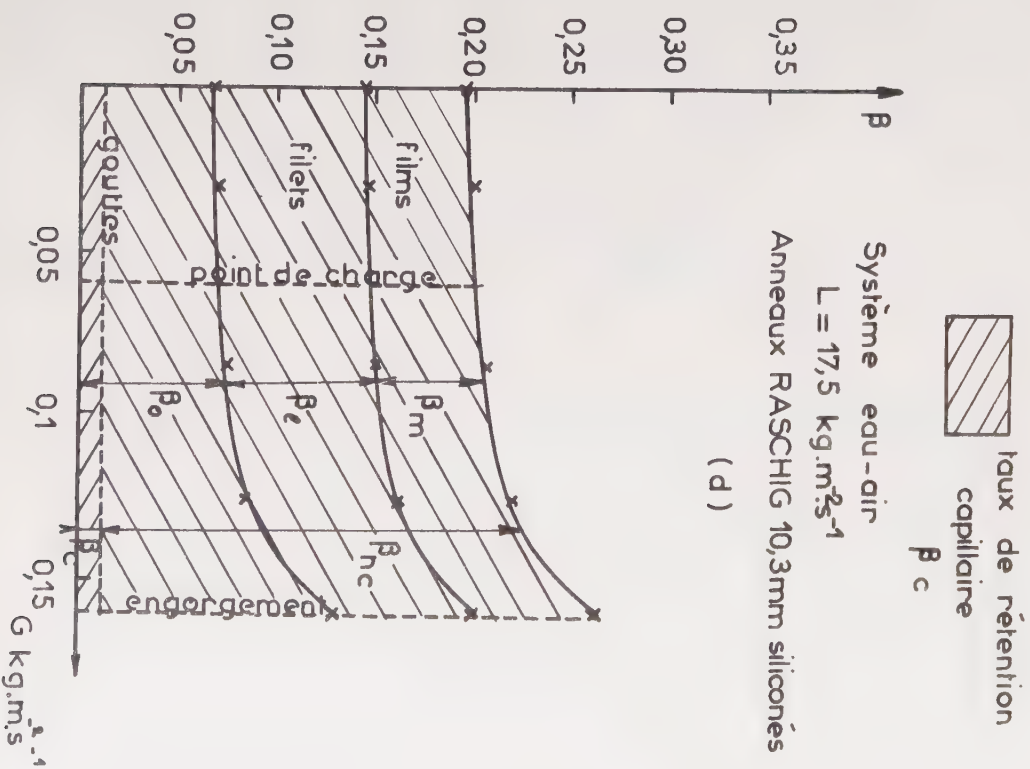
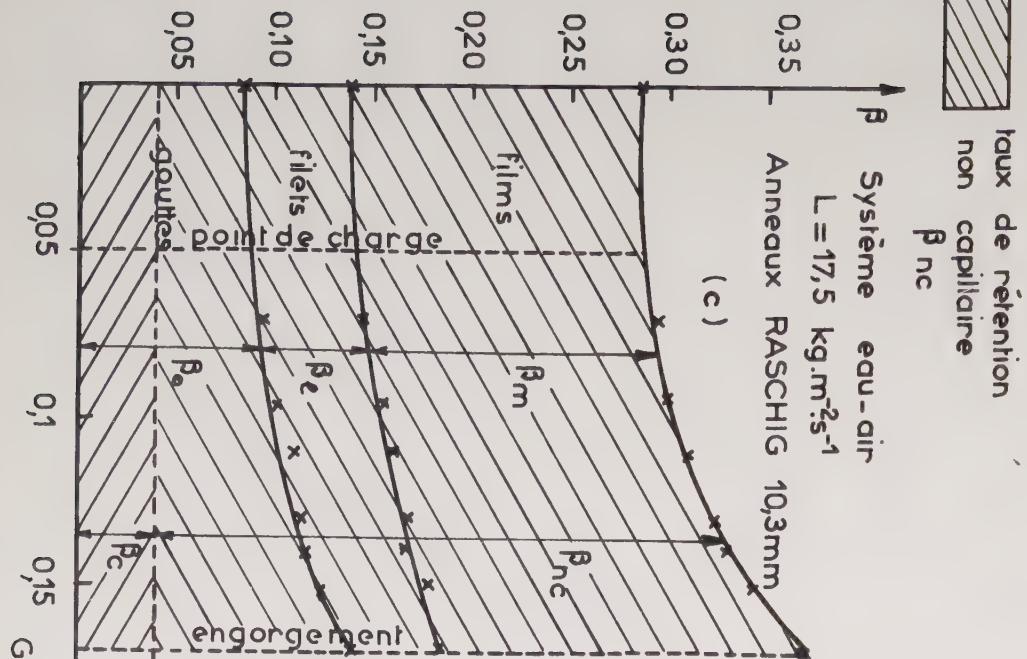


LE MONTAGE ELECTRIQUE

Fig. III.1

écoulement à contre-courant

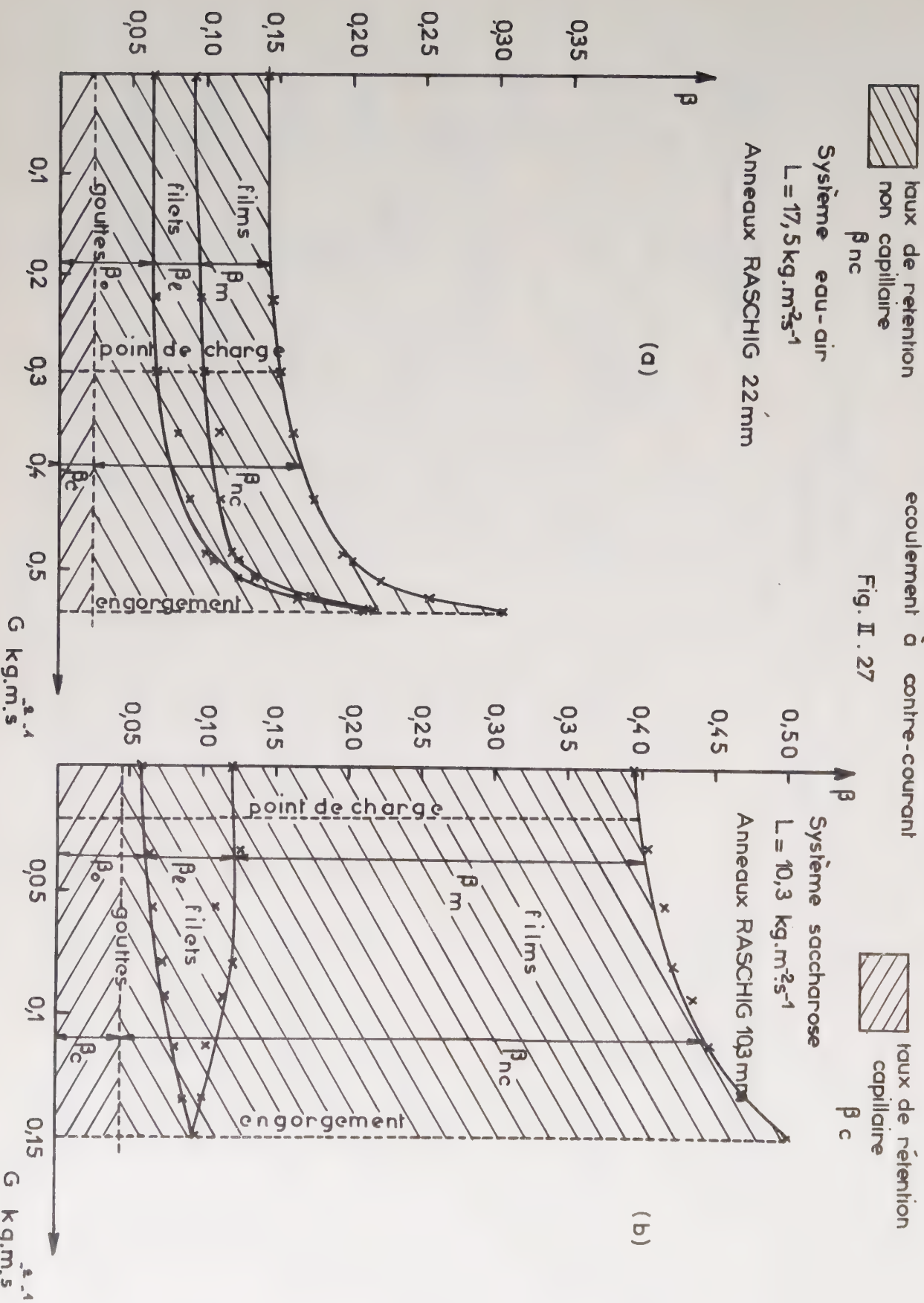
Fig. II. 27



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE G

écoulement à contre-courant

Fig. II. 27



% filets $\frac{n_c}{n}$

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION

DE L et G

Ecoulement à contre-courant

- ① Cas où $G=0$
- ② Cas de l'engorgement

} pour un débit de liquide constant

anneaux Raschig de 22 mm
système eau-air

- 1 $L = 2,3 \text{ kg.m.s}^{-1}$
- 2 $L = 17,5$
- 3 $L = 21,3$

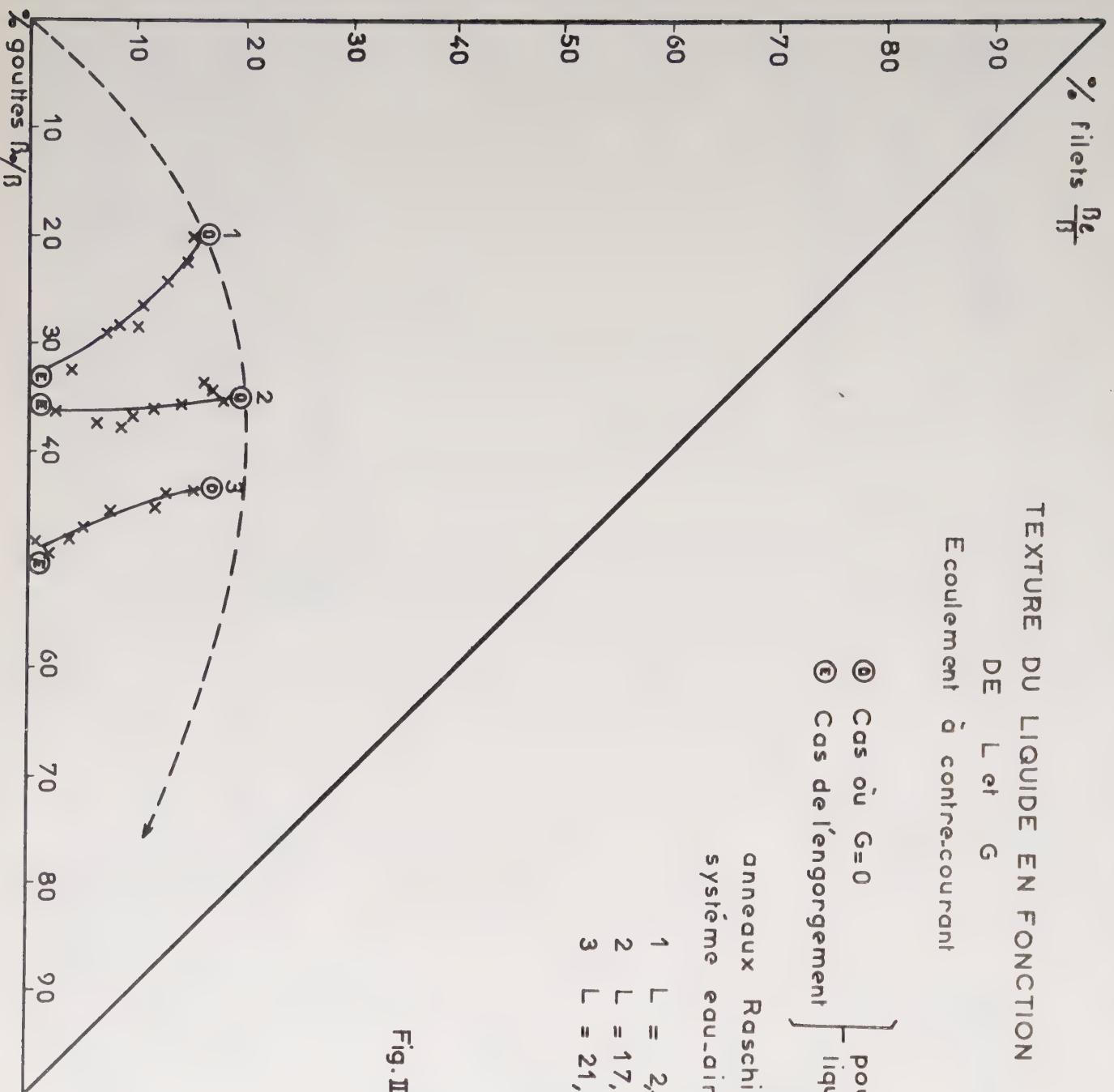


Fig. II. 26

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION

DE L et G

Ecoulement à contre-courant

① Cas où $G = 0$
 ③ Cas de l'engorgement } pour un débit de liquide donné

anneaux Raschig de 10,3mm
 système eau-air

⊗ garnissage peu mouillé
 x garnissage mouillé

1 L = 2,3 kg.m.s⁻¹

2 L = 5 "

3 L = 7,9 "

4 L = 11,1 "

5 L = 14 "

6 L = 17,5 "

▲ système sol. d'isopropanol-air

7 L = 105 kg.m.s⁻¹

● système sol. de saccharose-air

8 L = 103 kg.m.s⁻¹

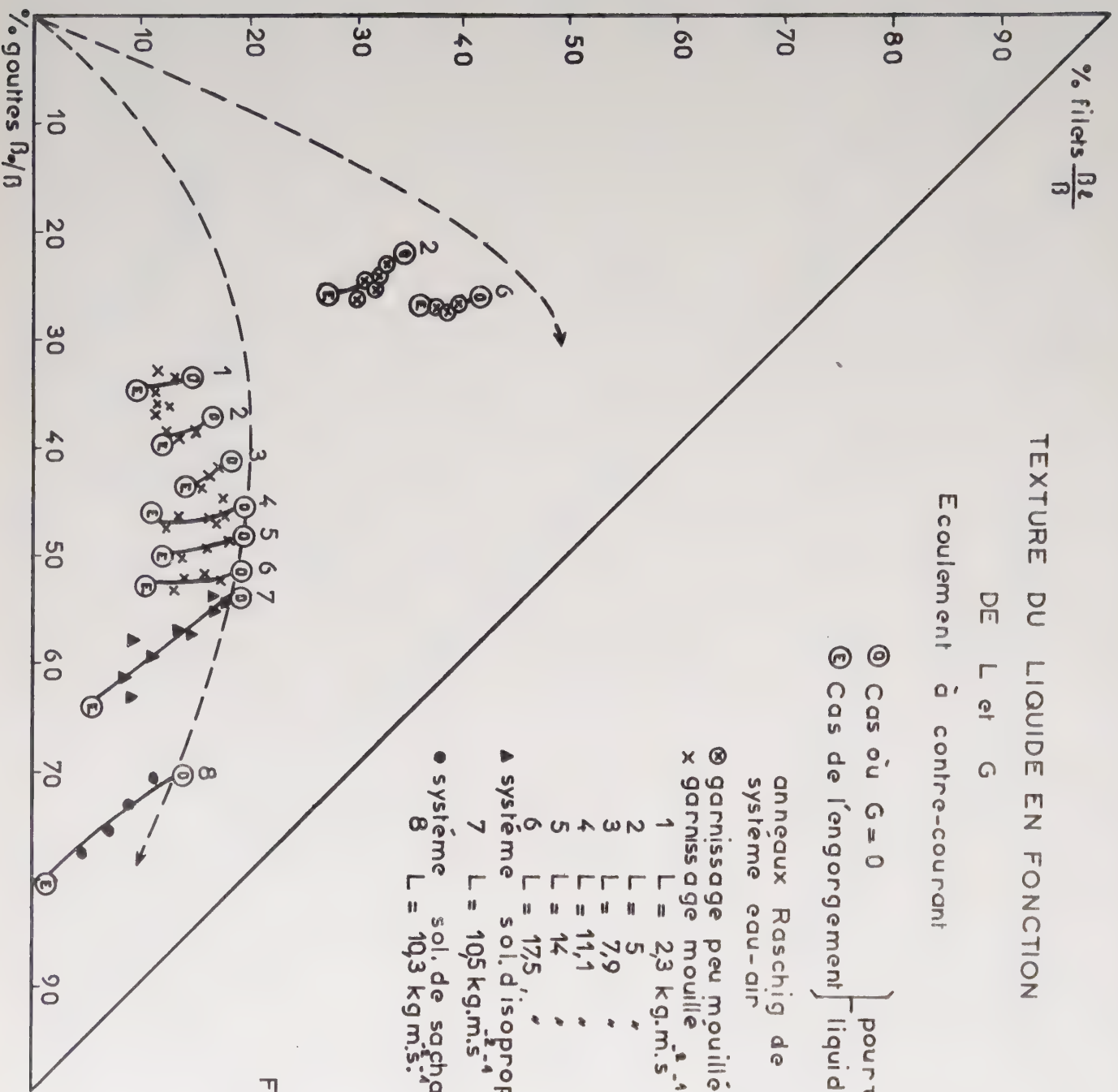


Fig. II. 25

% filets $\frac{Re}{\eta}$

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION

DE L et G

Ecoulement à contre-courant

- ① Cas où $G = 0$
 - ② Cas de l'engorgement
- pour un débit de liquide constant

anneaux Raschig de 6,4 mm
système eau-air

1	L =	2,3	kg.m.s^{-1}
2	L =	5	"
3	L =	7,9	"
4	L =	11,1	"
5	L =	17,5	"

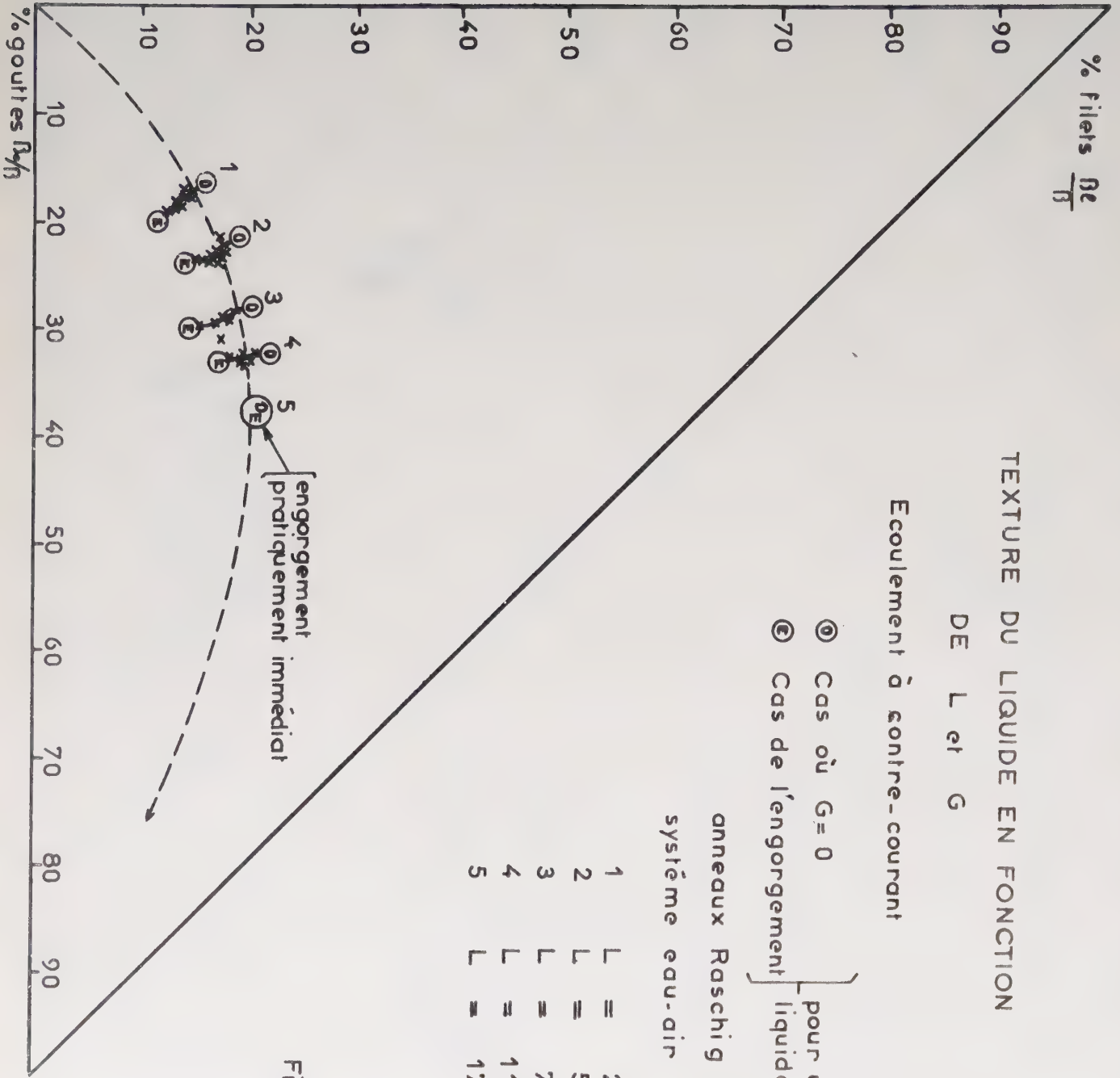


Fig. II. 24

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE G

écoulement à co-courant

Système eau-air

Fig. II. 23

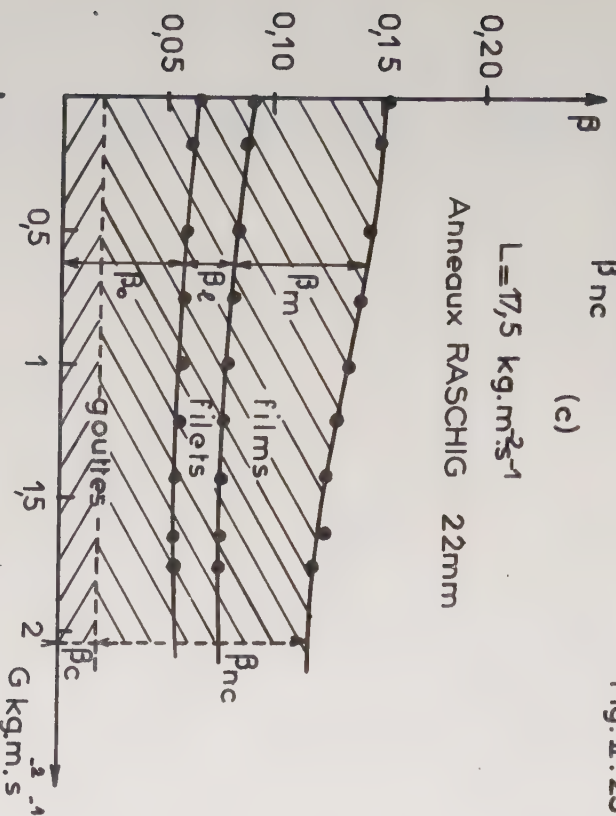
taux de rétention
non capillaire
 β_{nc}

taux de rétention
capillaire
 β_c

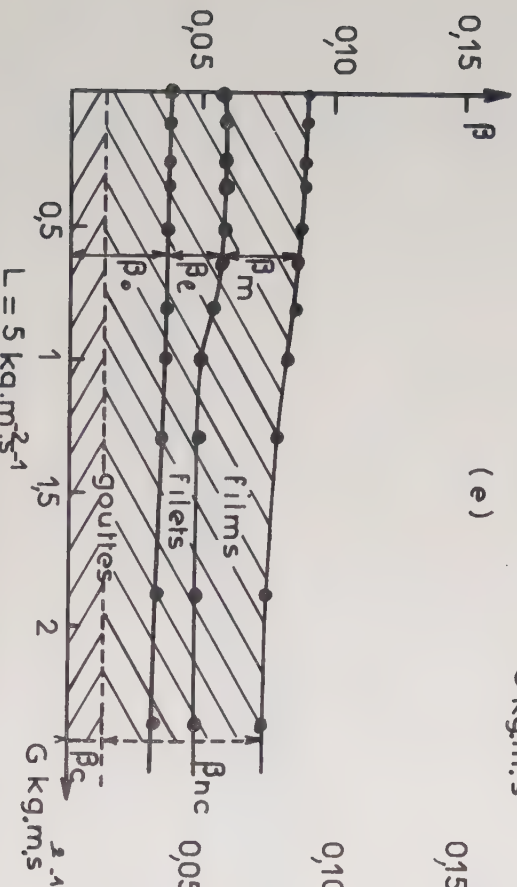
(c)

$L = 17,5 \text{ kg.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Anneaux RASCHIG 22mm



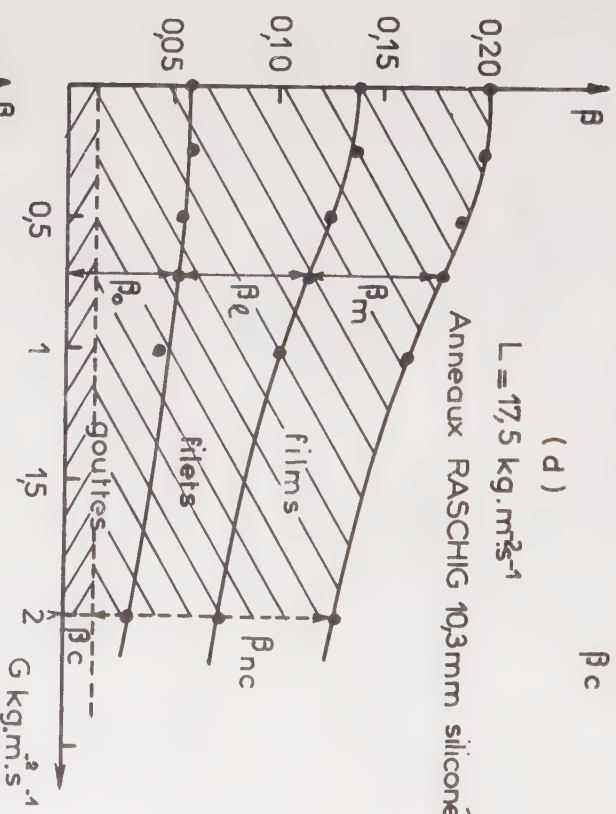
(e)



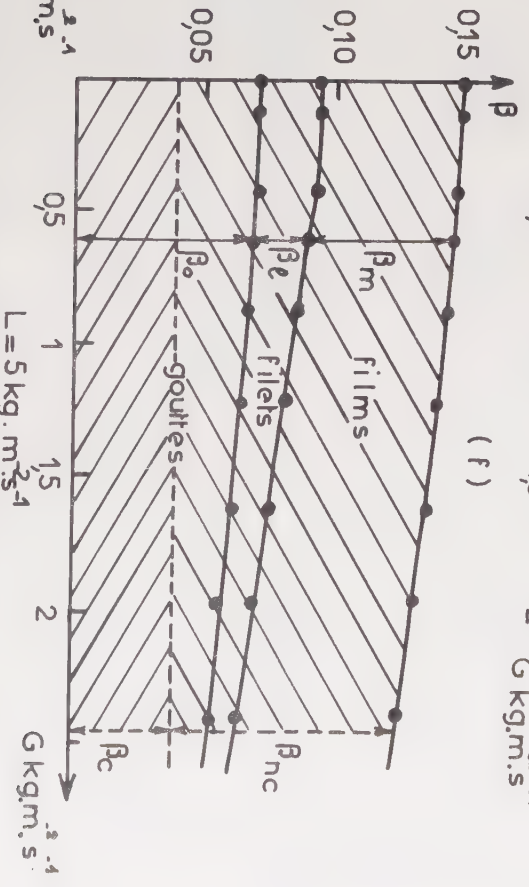
(d)

$L = 17,5 \text{ kg.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Anneaux RASCHIG 103mm siliconés



(f)



Anneaux RASCHIG 103mm siliconés

Anneaux RASCHIG 103mm

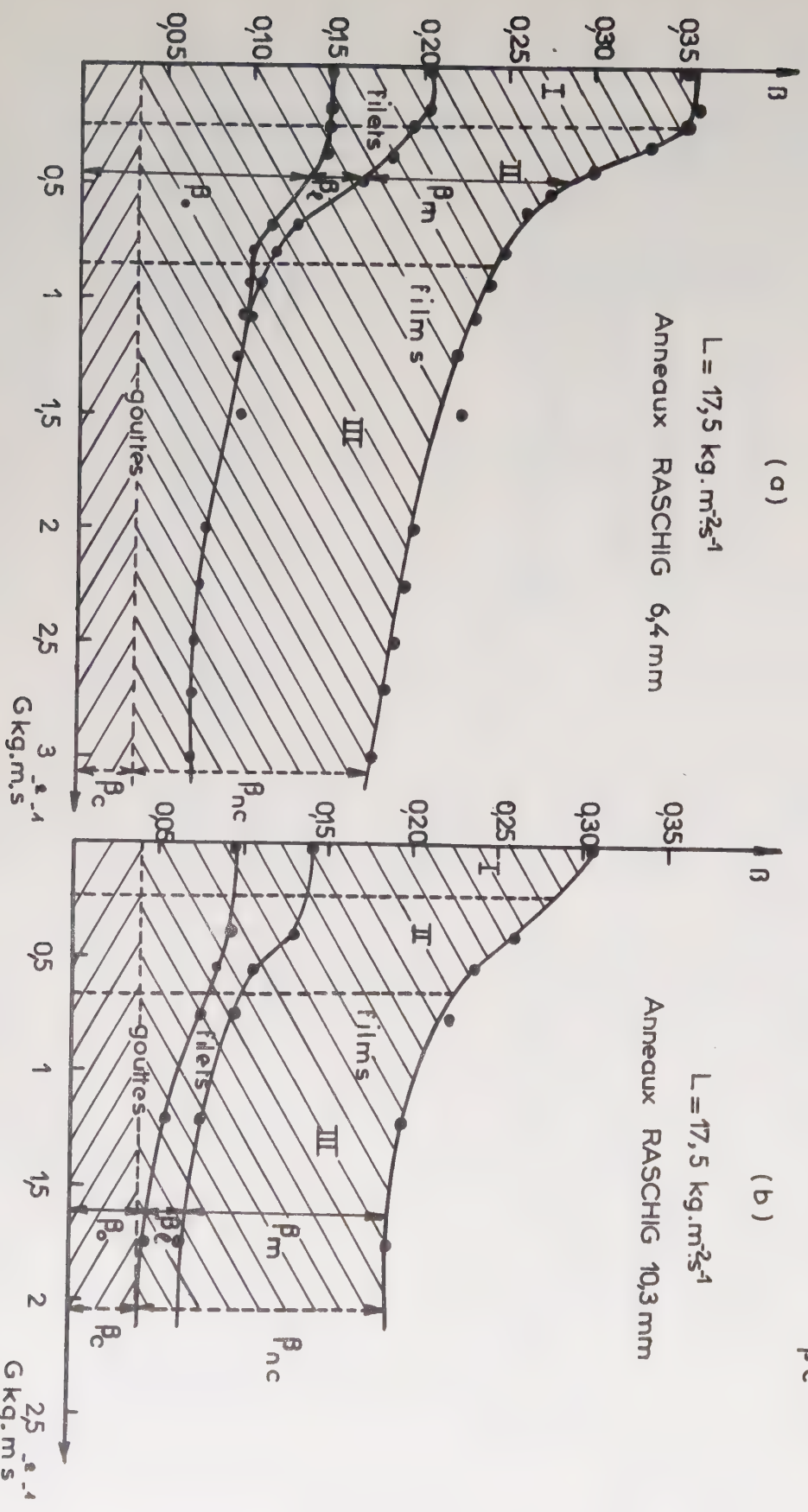
TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE G écoulement à co-courant

Système eau-air

Fig. II. 23

 taux de rétention non capillaire
 β_{nc}

 taux de rétention capillaire
 β_c



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION

DE L et G

Ecoulement à co-courant

anneaux Raschig de 22 mm
système eau-air

L kg.m.s ⁻²		G kg.m.s ⁻¹	
1	2,3	1'	0
2	7,9	2'	0,5
3	17,5	3'	1
4	21,3	4'	1,5

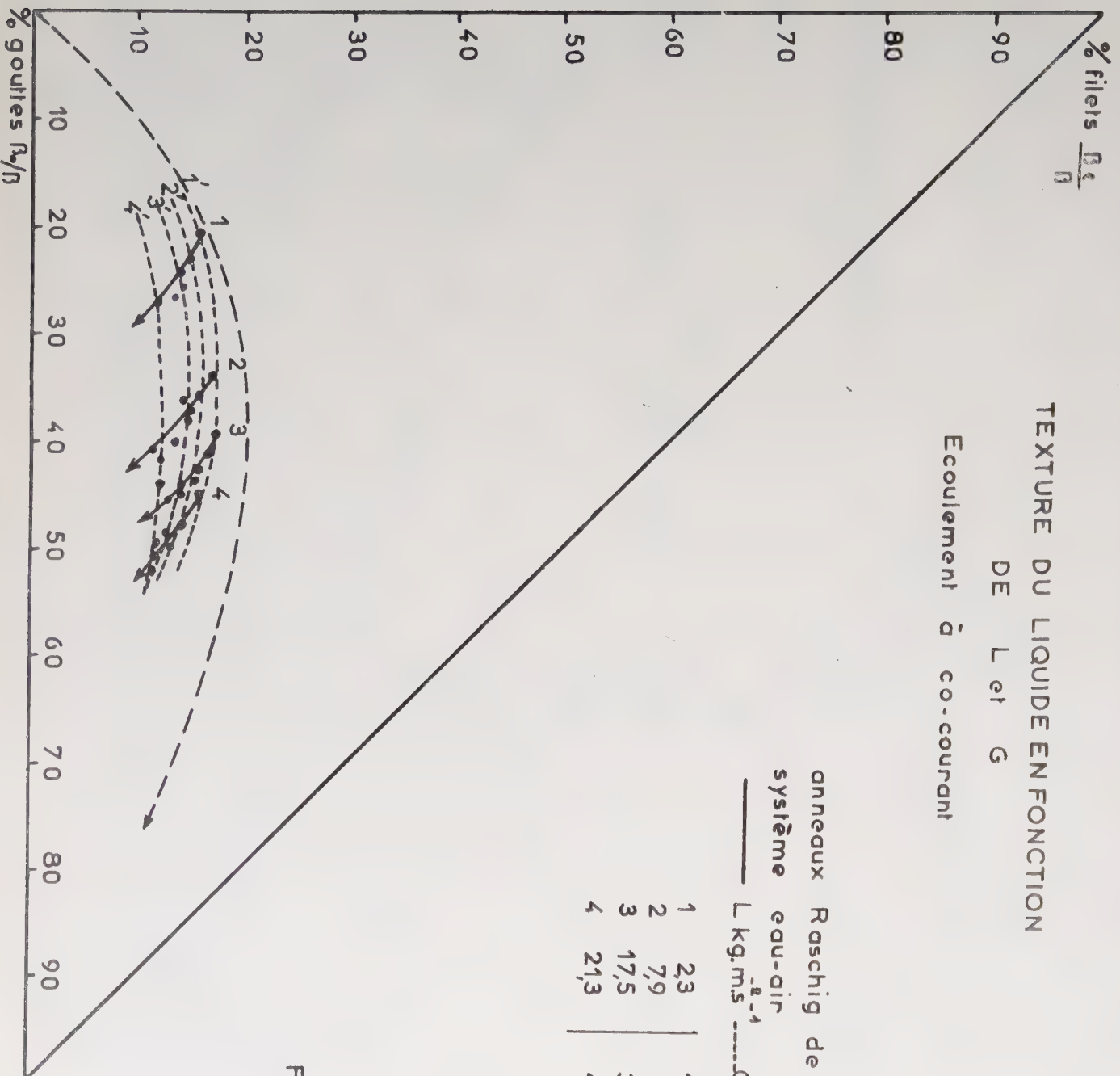
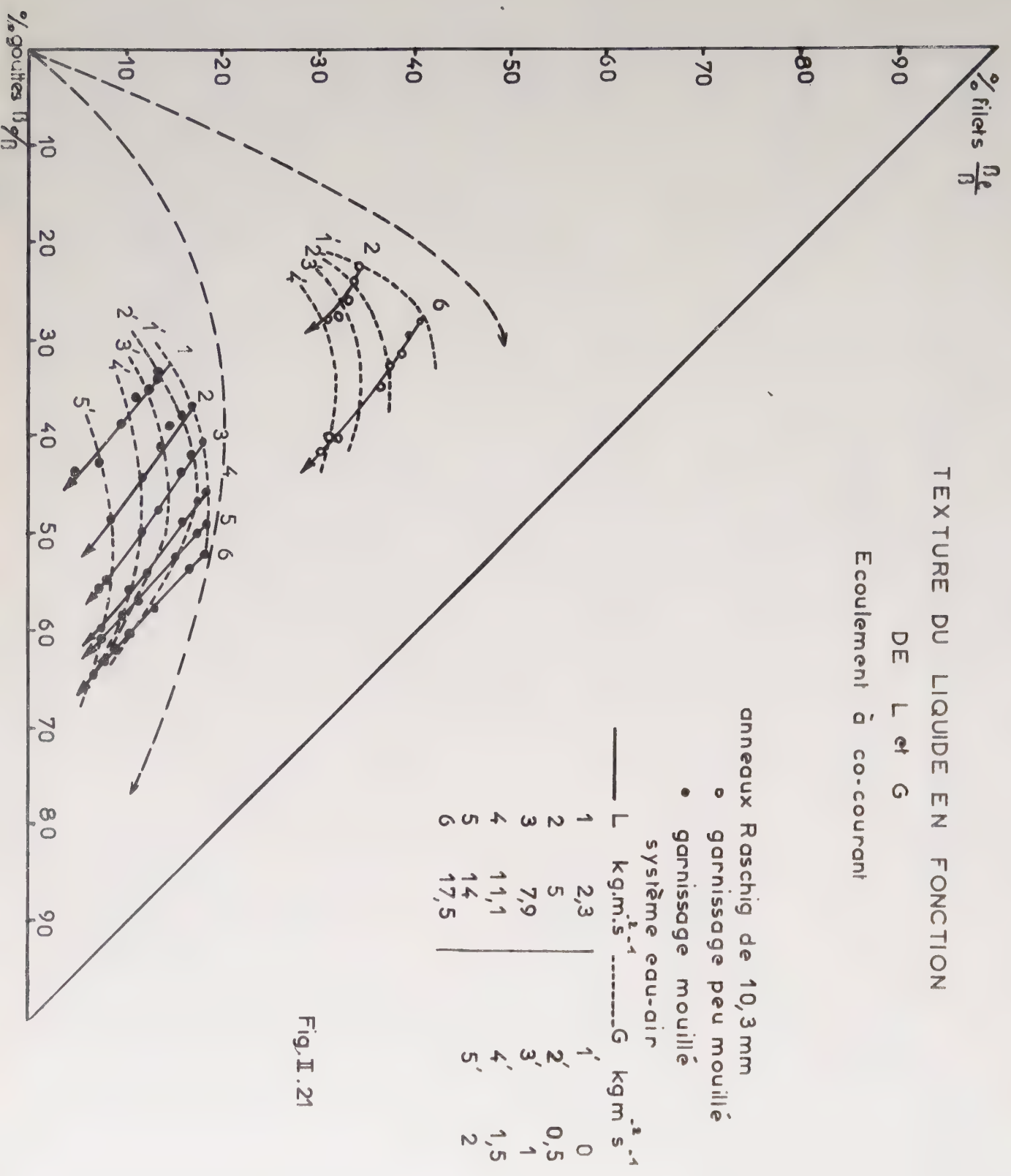


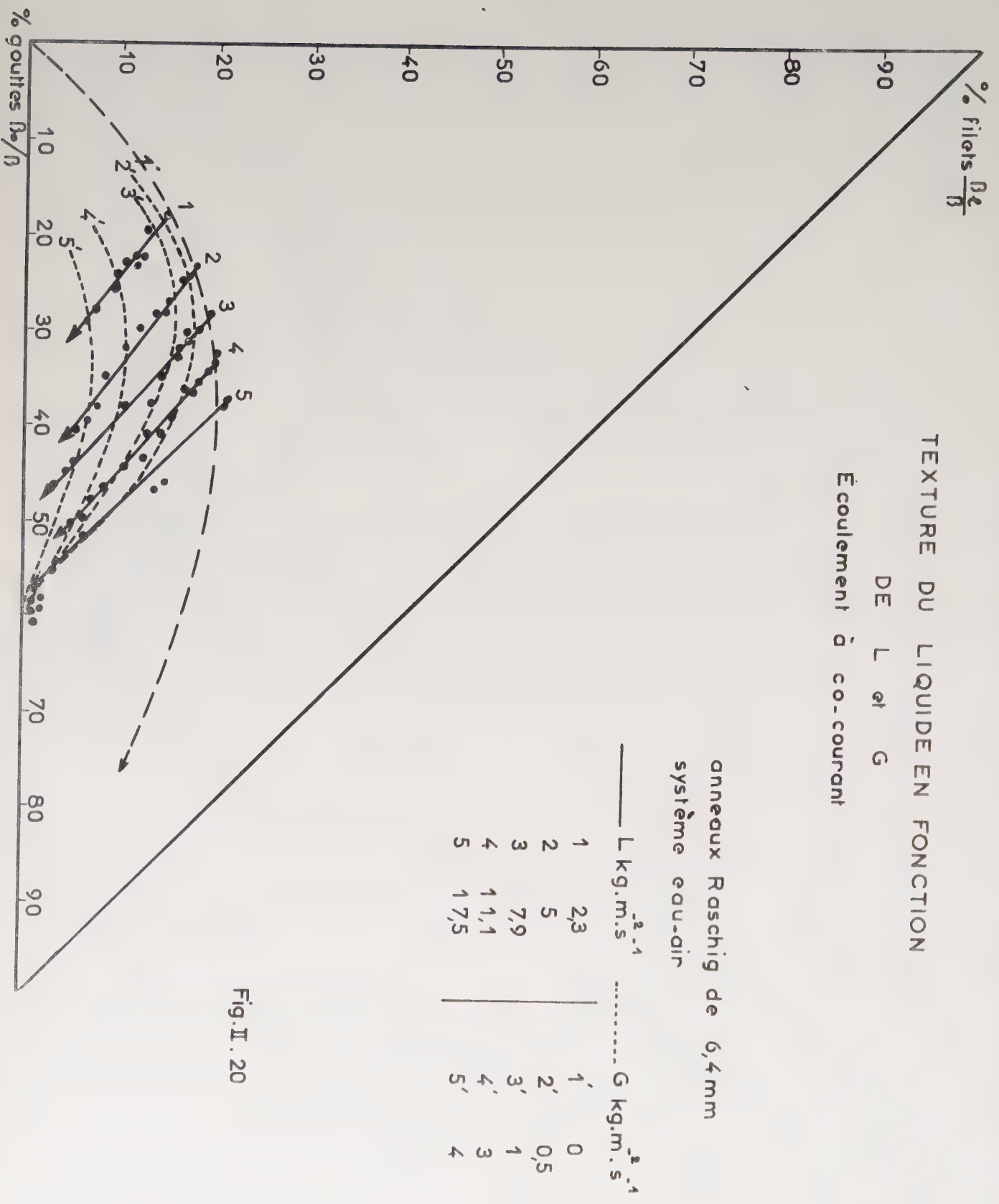
Fig. II. 22

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE L et G

Ecoulement à co-courant



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION
DE L et G
Ecoulement à co-courant



INFLUENCE DU MOUILLAGE DU GARNISSAGE SUR LA TEXTURE DU LIQUIDE POUR G=0

(le sens de chaque flèche indique le sens des débits croissants de liquide)

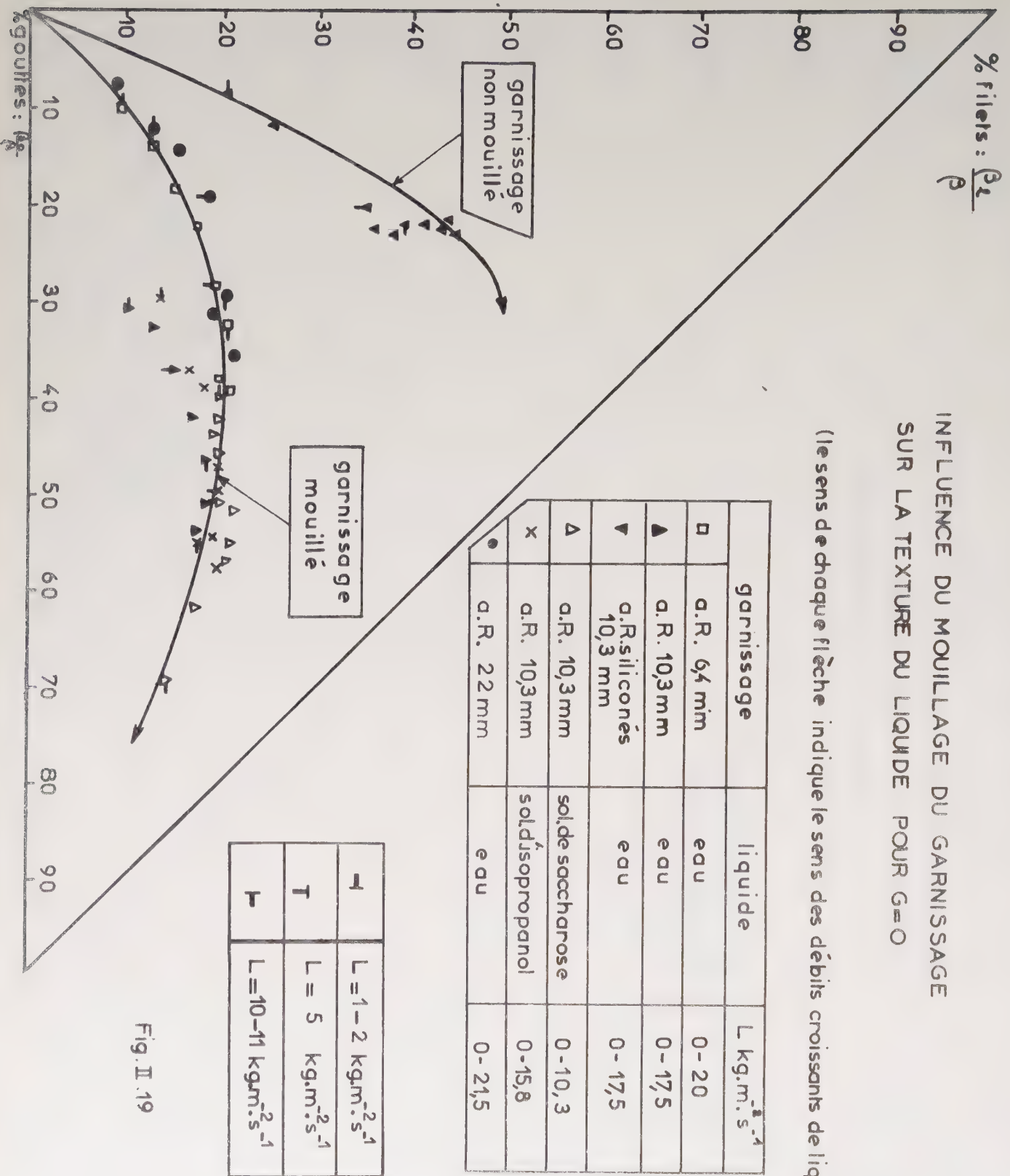


Fig. II.19

TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR $G=0$

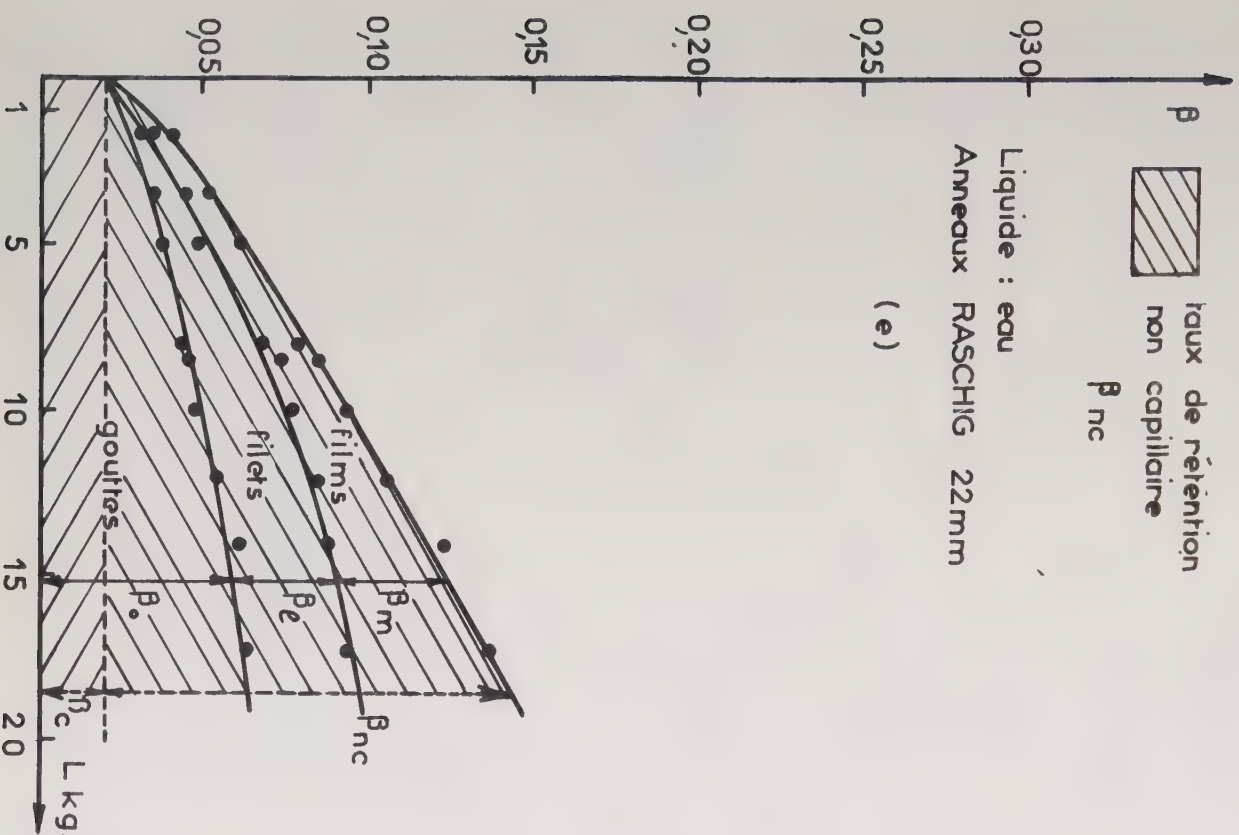
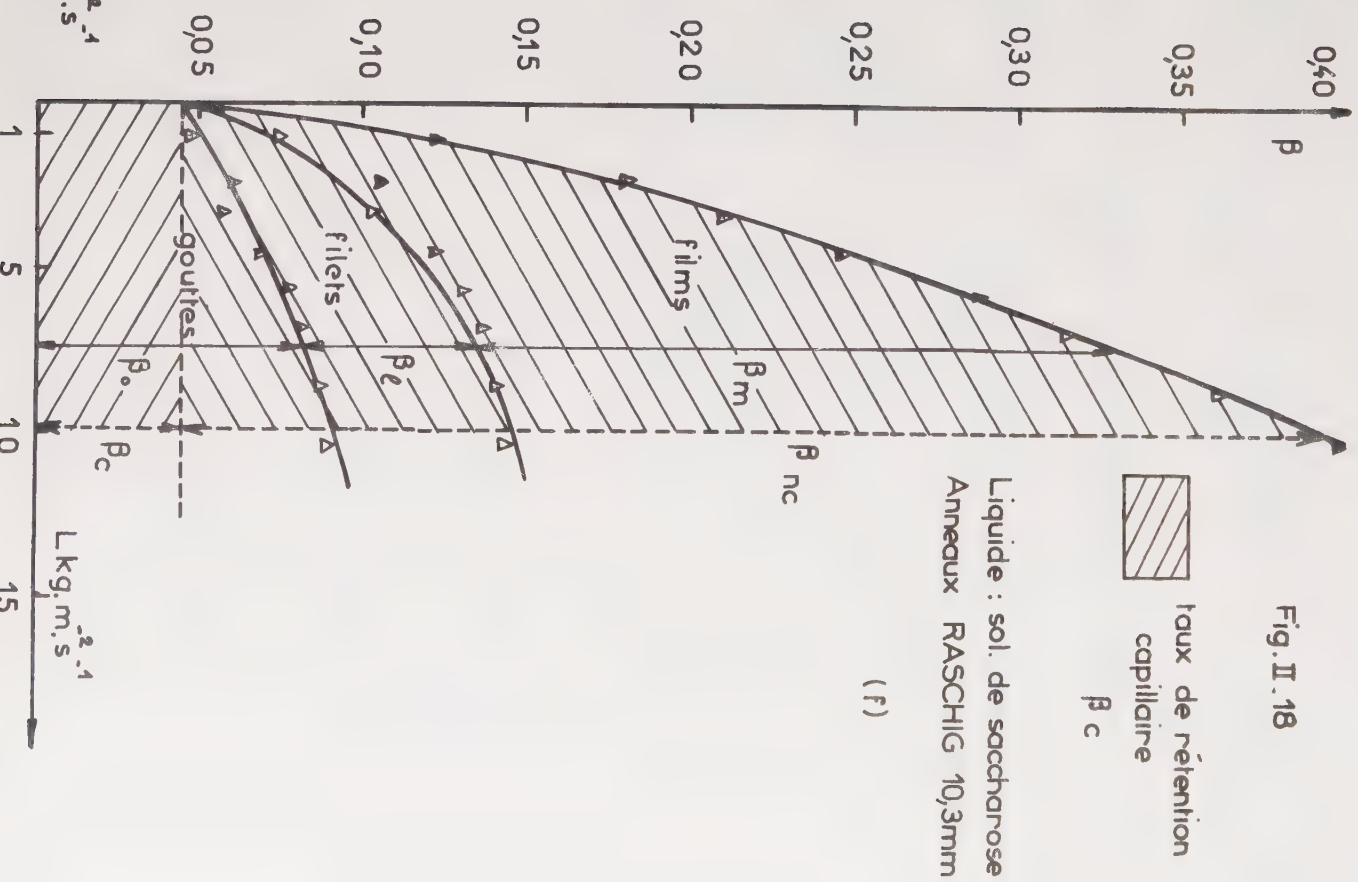


Fig. II. 18



TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

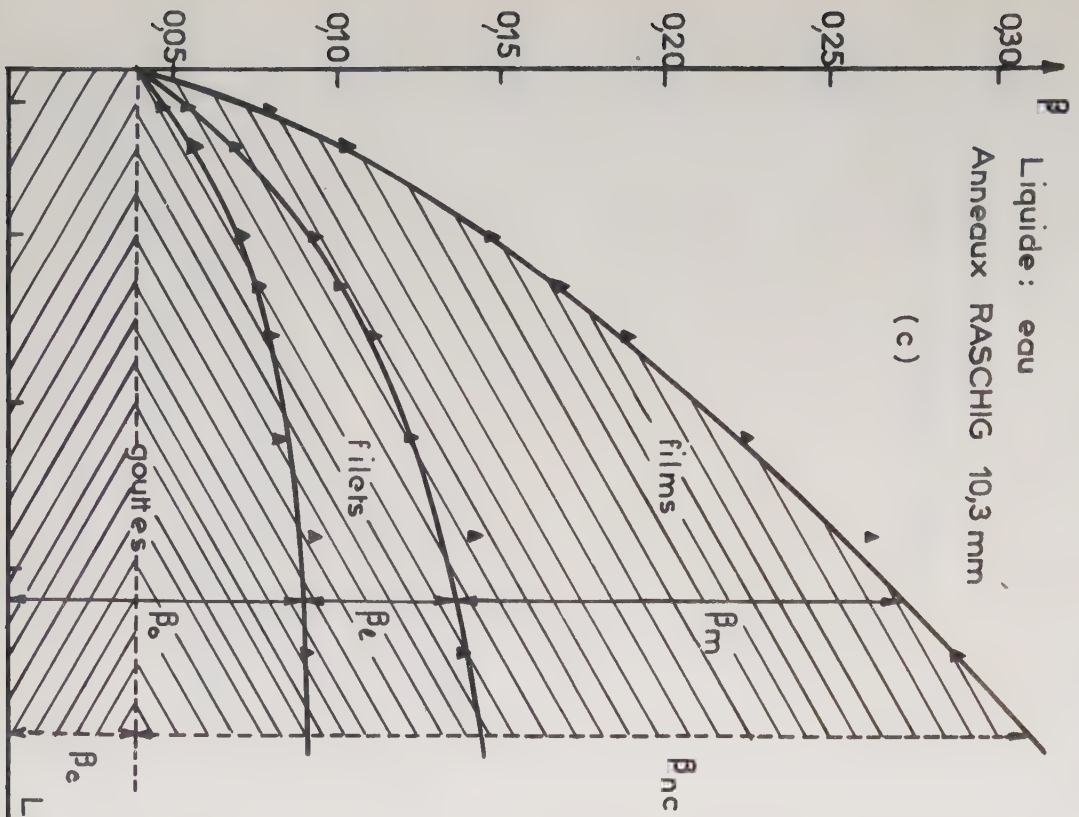
Fig. II.18

 taux de rétention non capillaire
 β_{nc}

 taux de rétention capillaire
 β_c

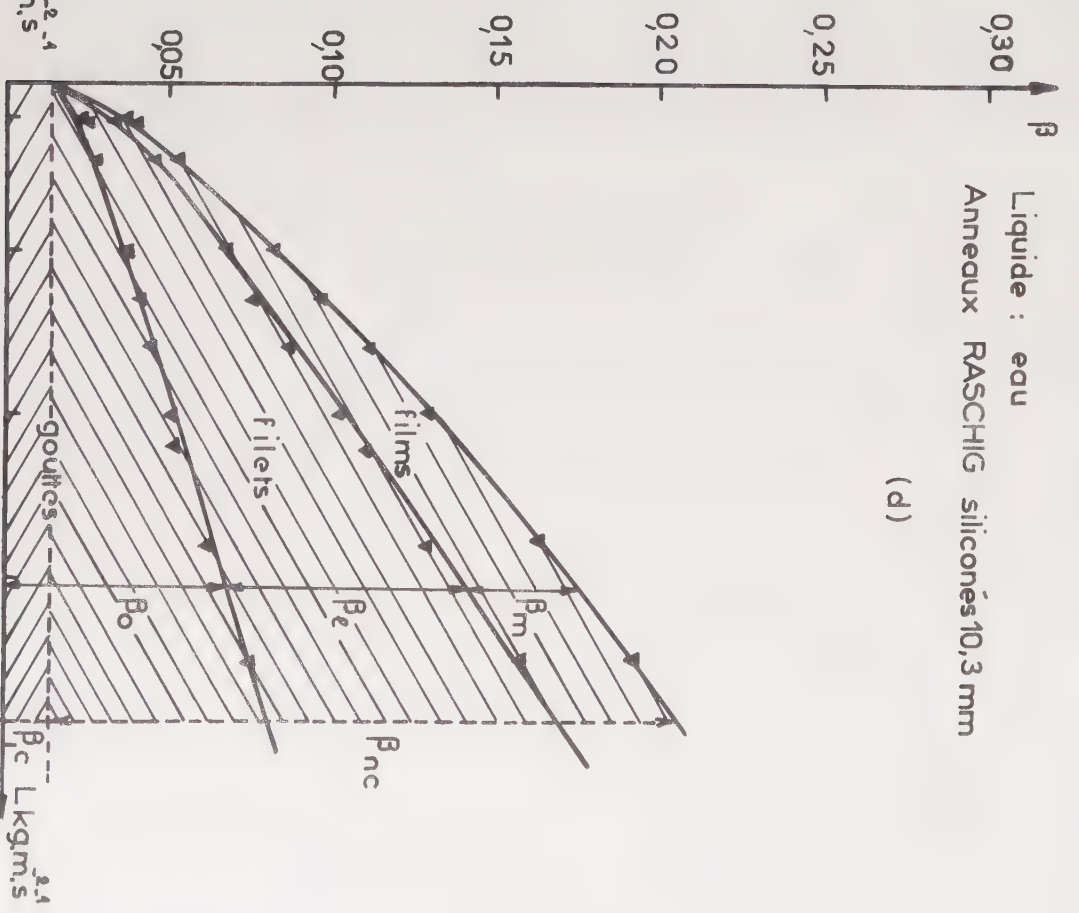
(c)

Liquide : eau
 Anneaux RASCHIG 10,3 mm



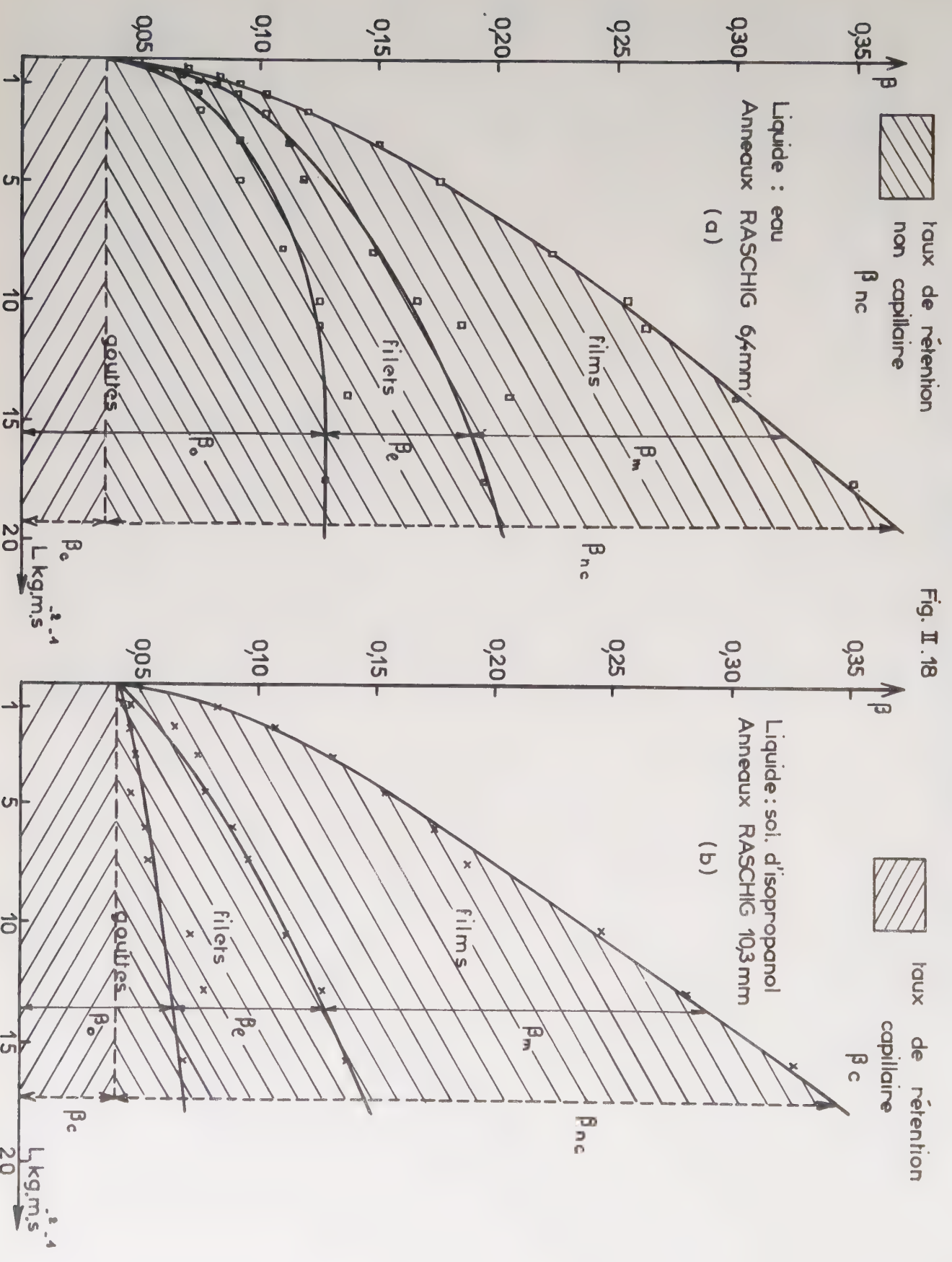
(d)

Liquide : eau
 Anneaux RASCHIG siliconés 10,3 mm



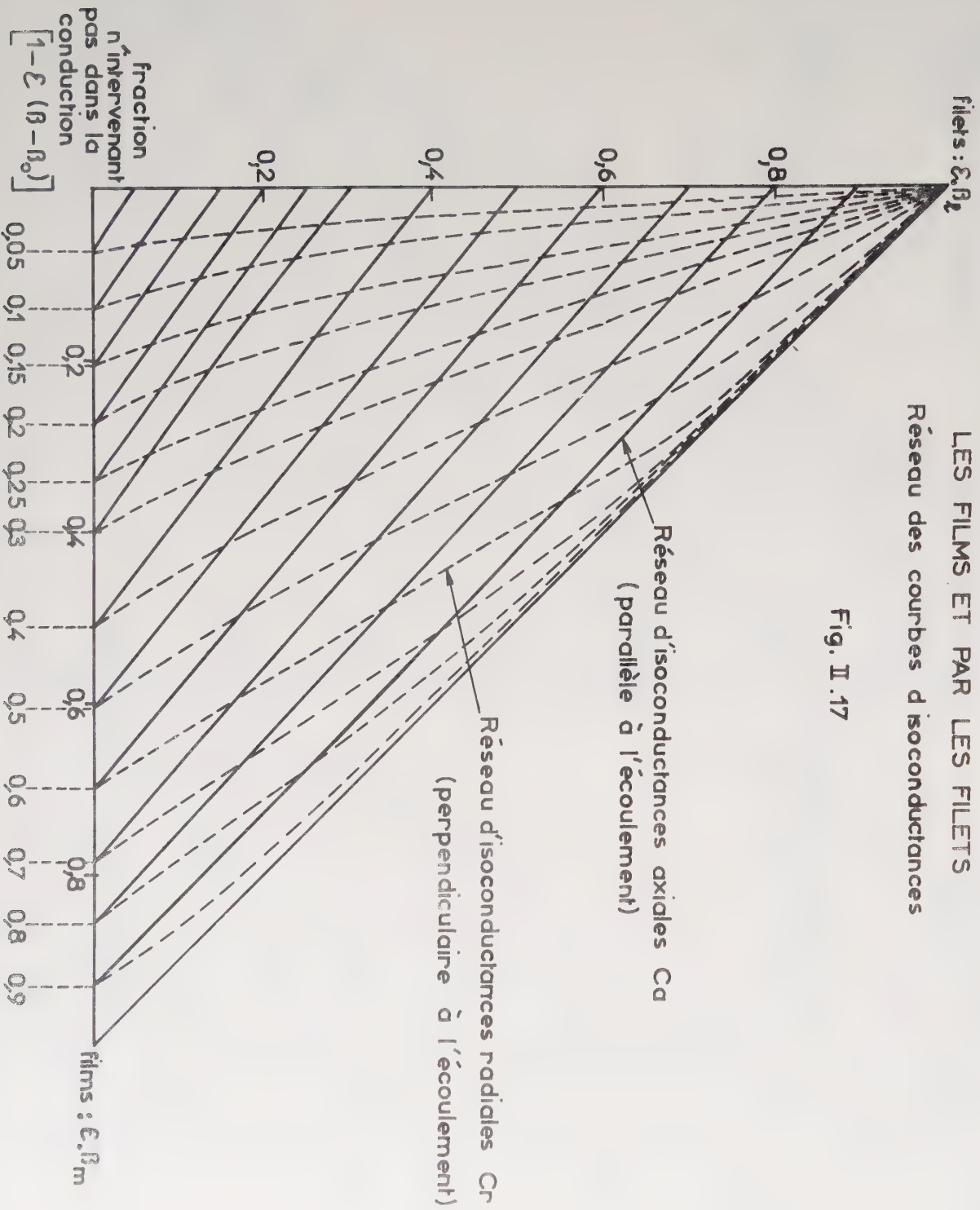
TEXTURE DU LIQUIDE EN FONCTION DE L POUR G=0

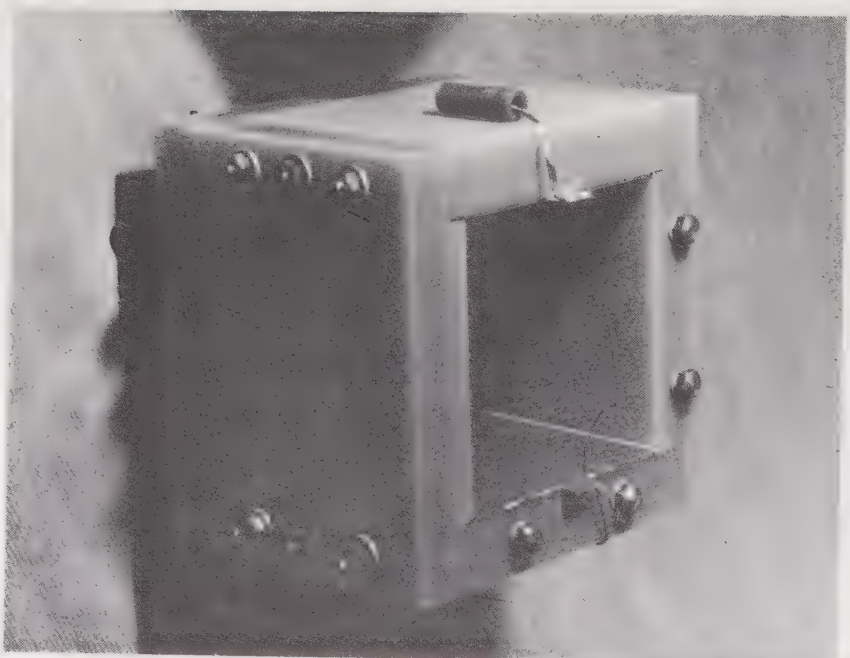
Fig. II. 18



FRACTION DE VOLUME TOTAL
OCCUPEE RESPECTIVEMENT PAR
LES FILMS ET PAR LES FILETS
Réseau des courbes d'isoconductances

Fig. II .17

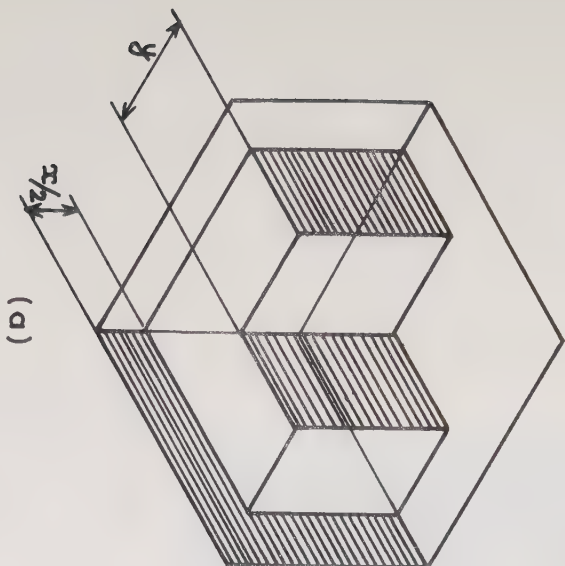




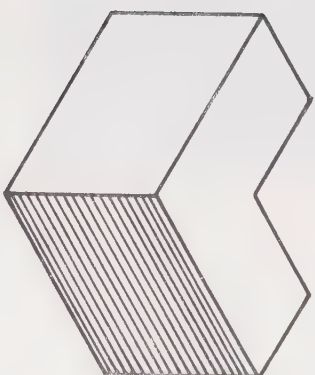
CELLULE CUBIQUE DE MESURE DES
CONDUCTANCES.

Fig. II.16

Fig. II.15



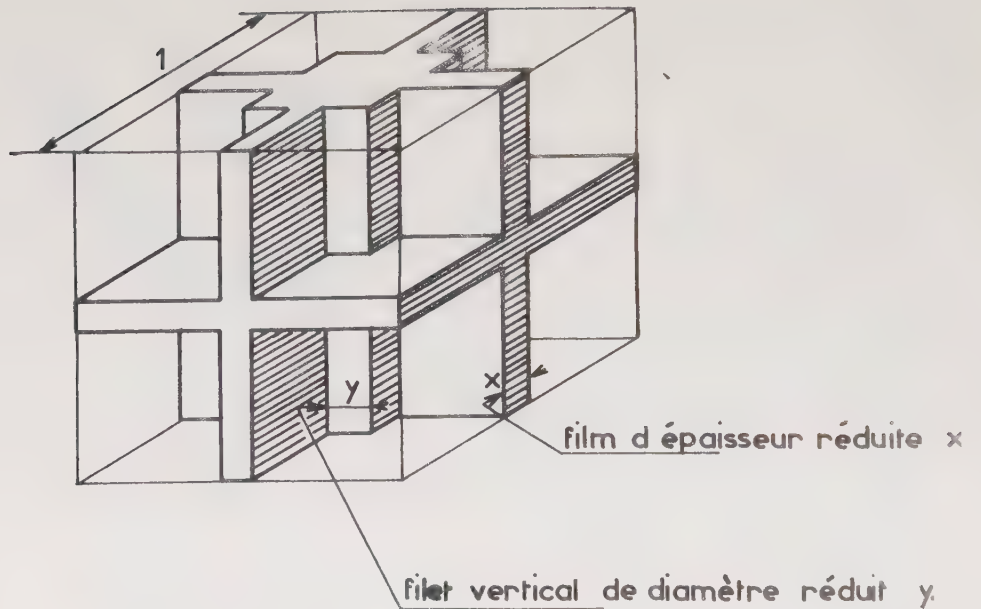
(a)



(b)

HUITIEME DU MOTIF ELEMENTAIRE (a) ET SON COMPLEMENT
EN BOIS BAKELISE (b).

MODELE A FILMS-FILETS ET GOUTTES

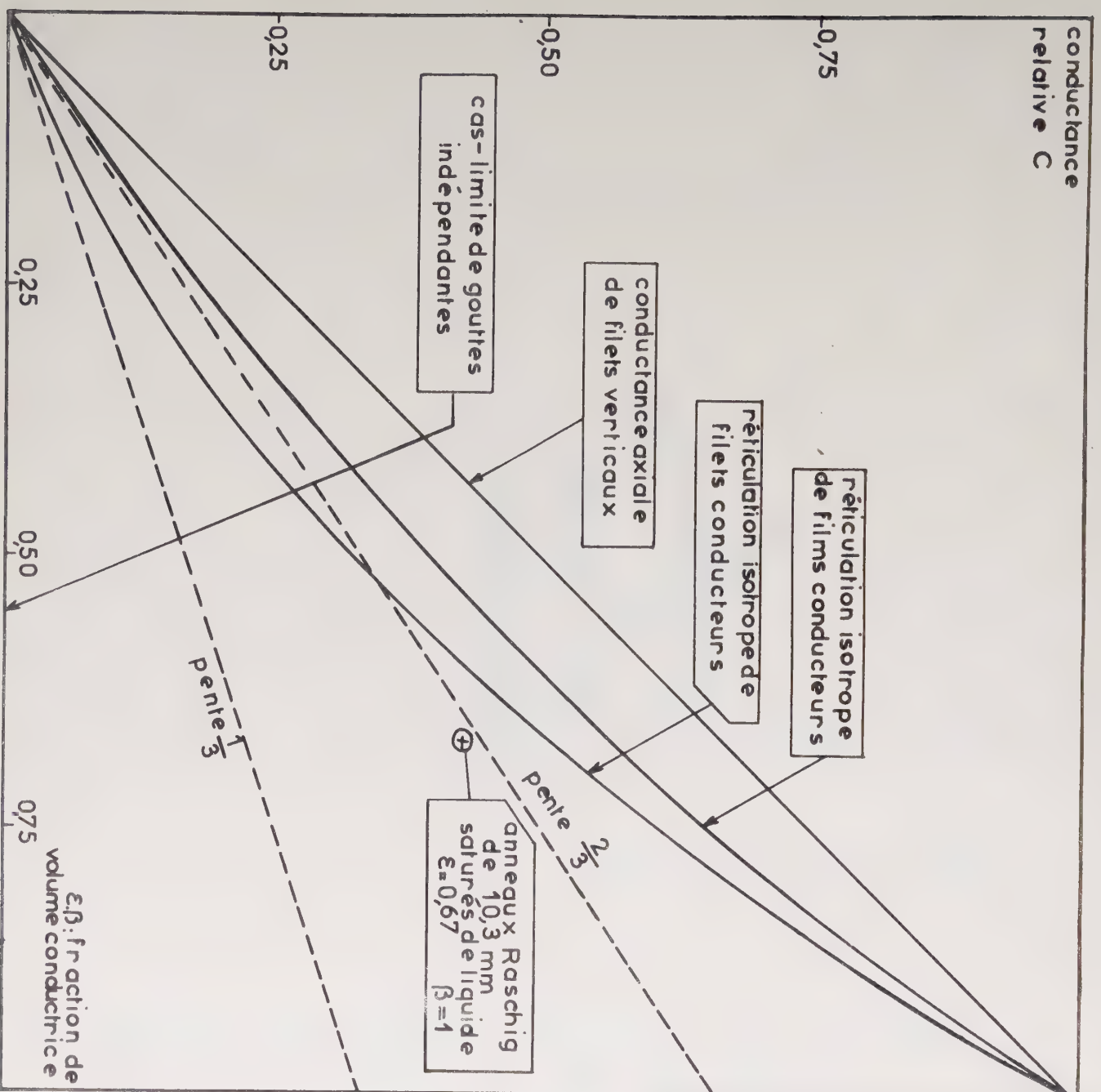


Fraction de volume total occupé par les films: $\epsilon.\beta_m = x [1 + (1-x)(2-x)]$

" " " filets: $\epsilon.\beta_\ell = 4y^2(1-x)$

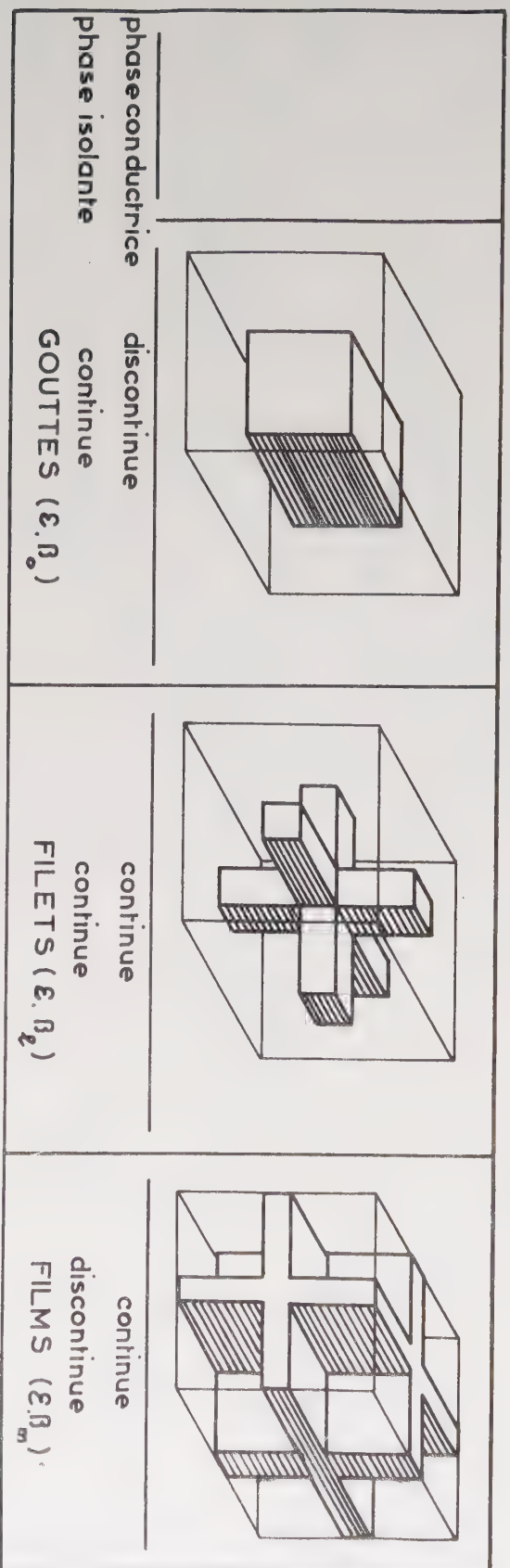
" " " gouttes: $\epsilon.\beta_o = \epsilon.(\beta - \beta_m - \beta_\ell)$

Fig. II.14



CONDUCTANCE
RELATIVE C EN
FONCTION DE LA
FRACTION DE VOLUME
CONDUCTRICE $\epsilon\beta$

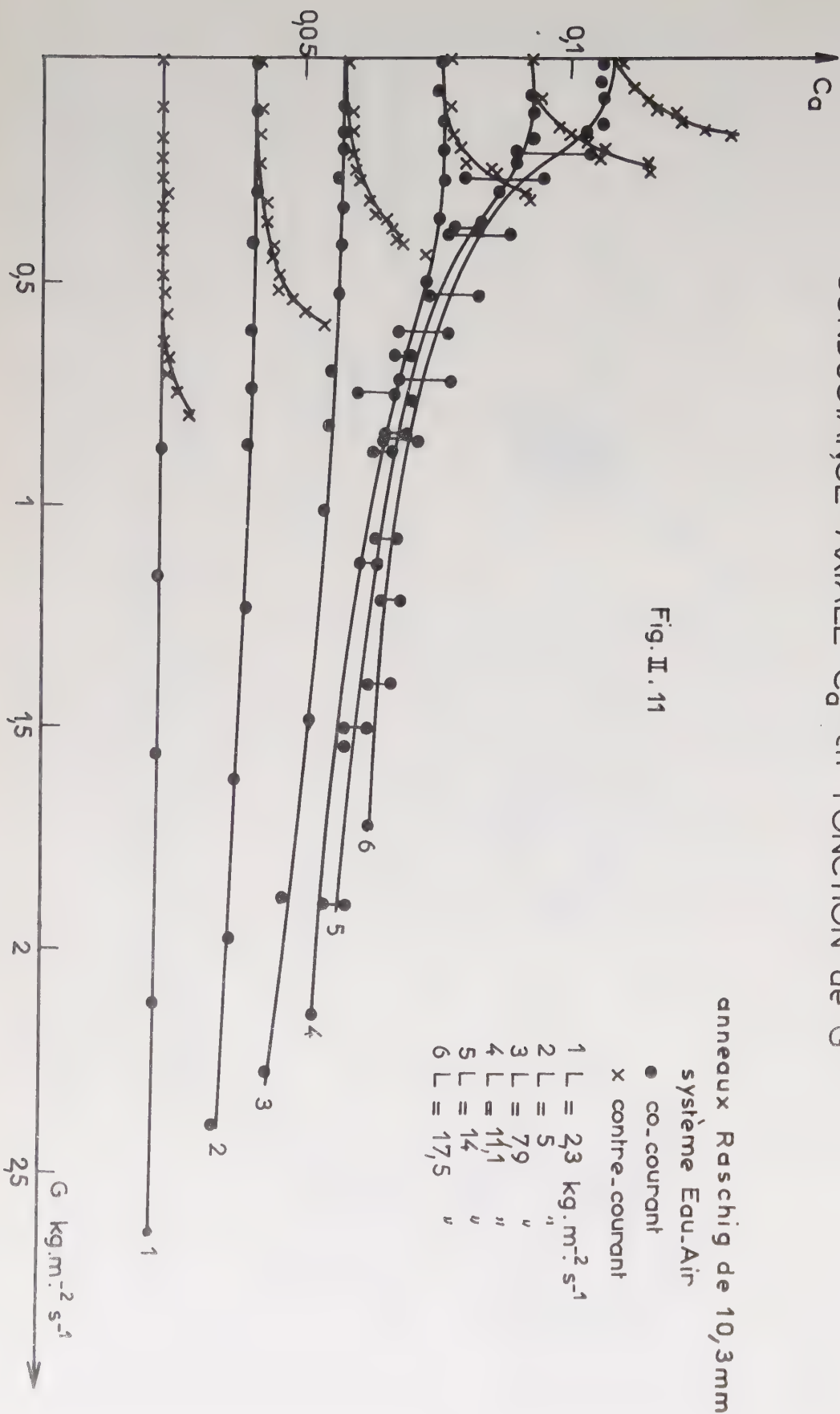
Fig. II .13



EXEMPLES DE MODELES A UN SEUL PARAMETRE
DE LA TEXTURE D'UN SYSTEME DIPHASE.

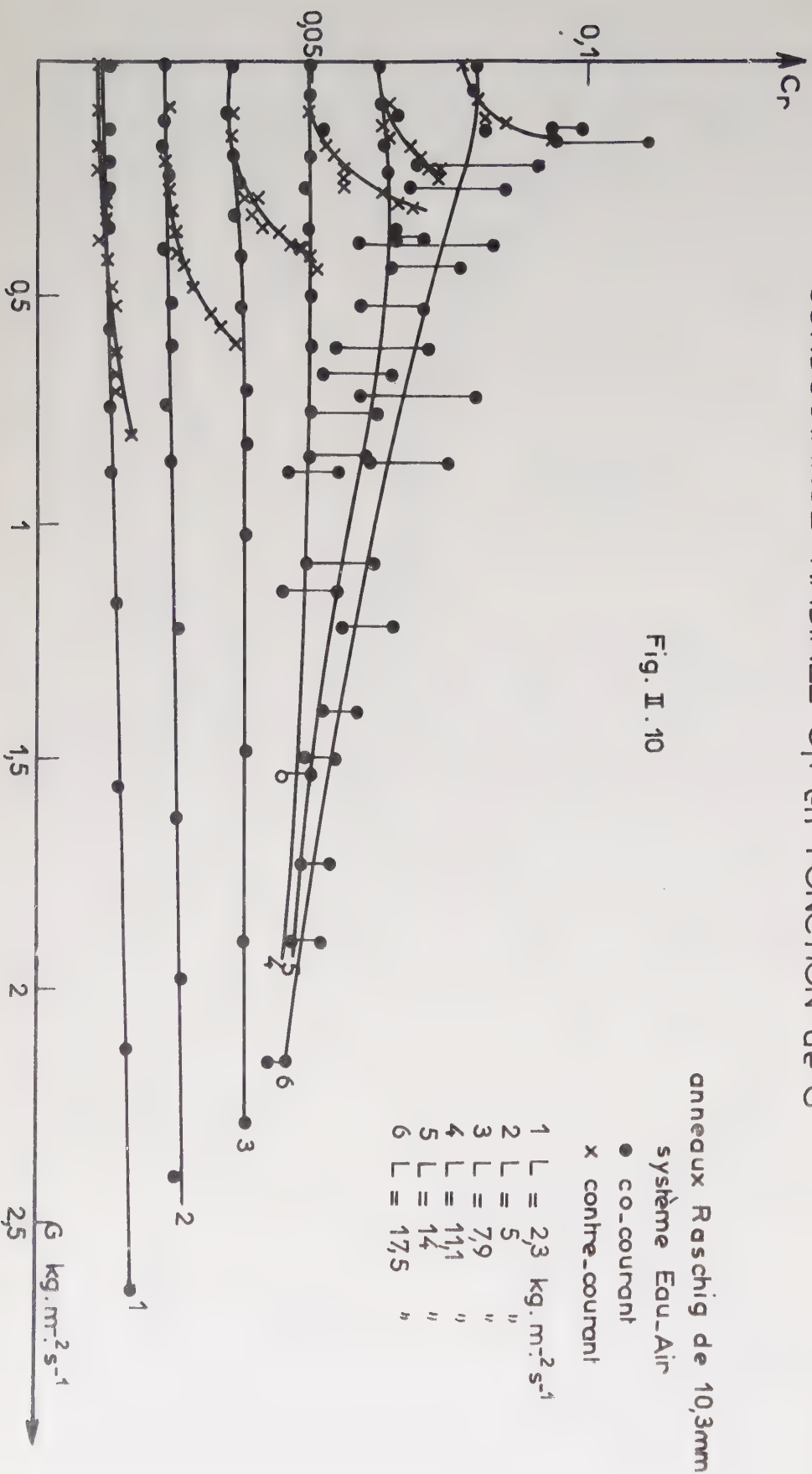
CONDUCTANCE AXIALE C_d en FONCTION de G

Fig. II. 11



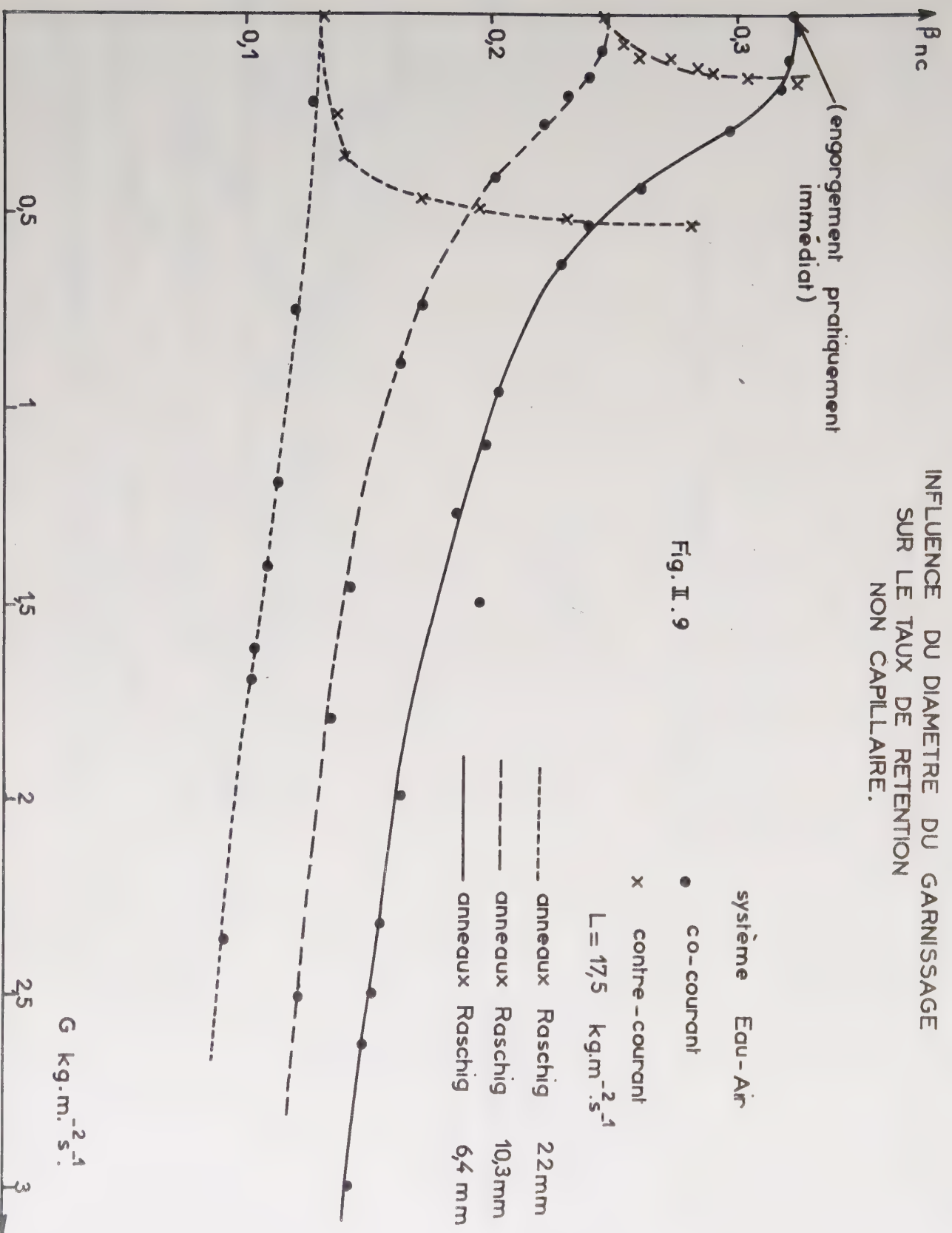
CONDUCTANCE RADIALE C_r en fonction de G

Fig. II. 10



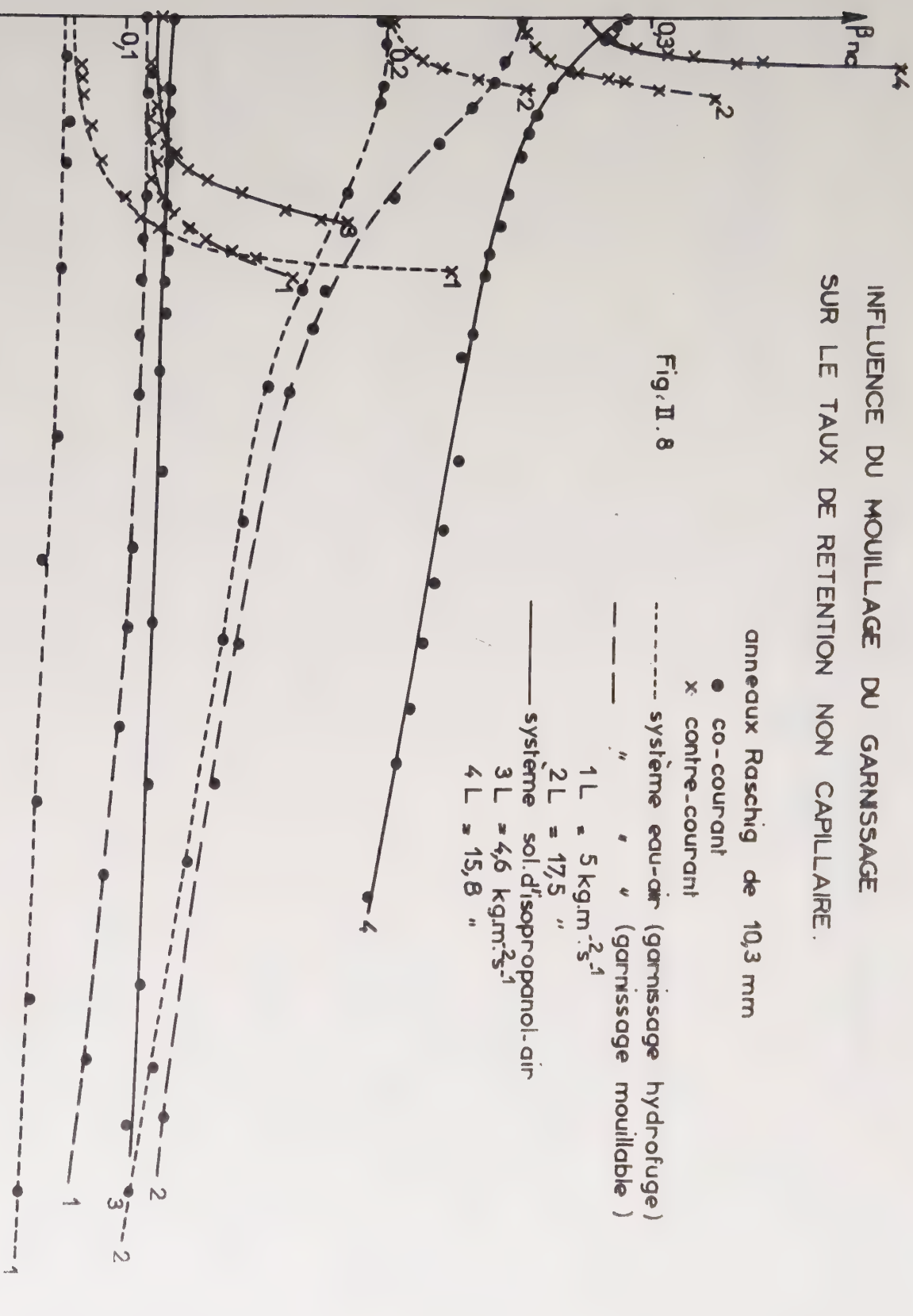
INFLUENCE DU DIAMETRE DU GARNISSAGE SUR LE TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE.

Fig. I. 9

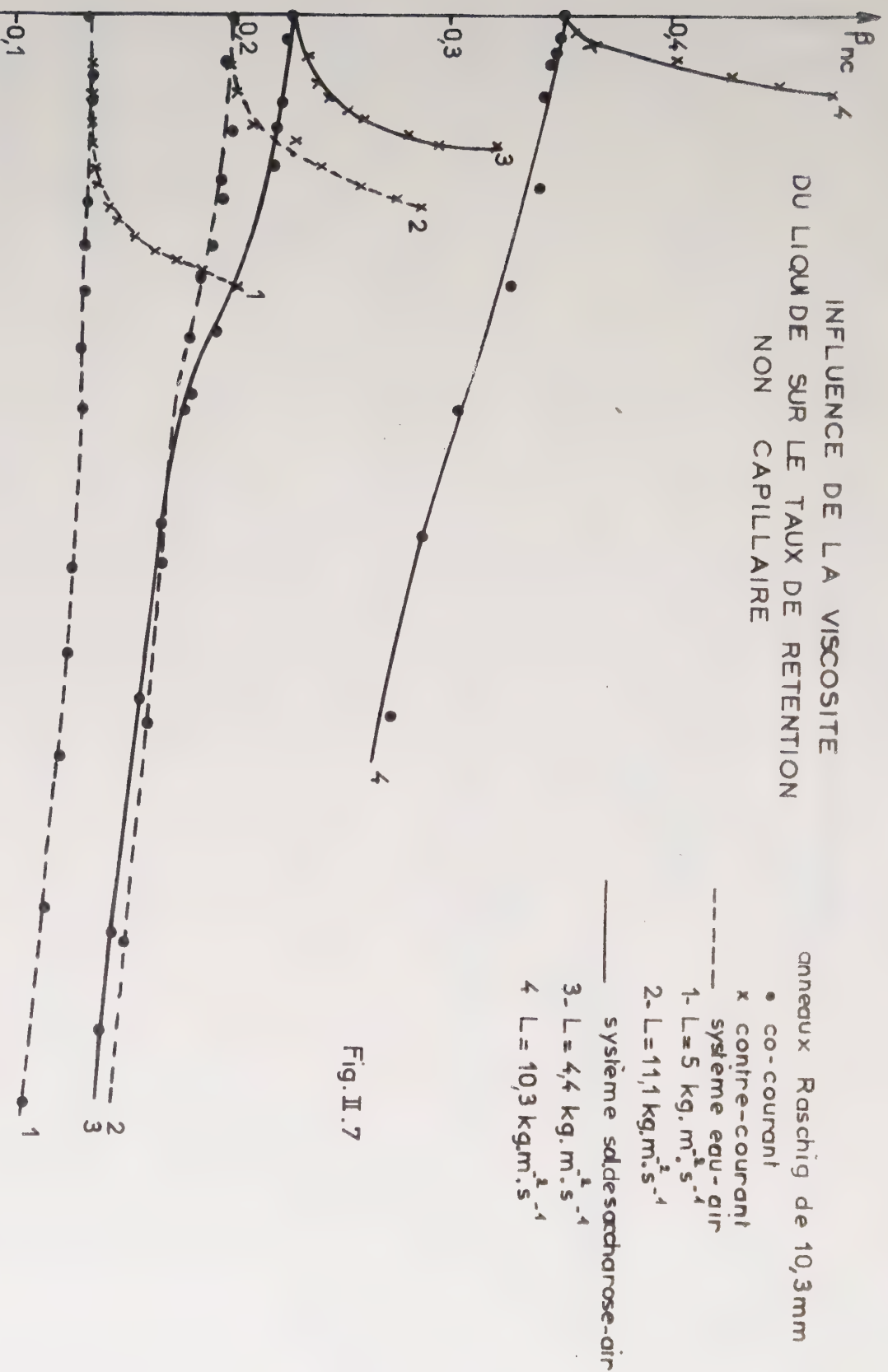


INFLUENCE DU MOUILLAGE DU GARNISSAGE SUR LE TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE.

Fig. II. 8



INFLUENCE DE LA VISCOSITE DU LIQUIDE SUR LE TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE



TAUX DE RETENTION NON CAPILLAIRE P_{nc} EN FONCTION DE G

anneaux Raschig de 10,3 mm
système eau-air
● co-courant
x contre-courant

1	$L = 2,3 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
2	$L = 5 \text{ " " " "}$
3	$L = 7,9 \text{ " " " "}$
4	$L = 11,1 \text{ " " " "}$
5	$L = 14 \text{ " " " "}$
6	$L = 17,5 \text{ " " " "}$

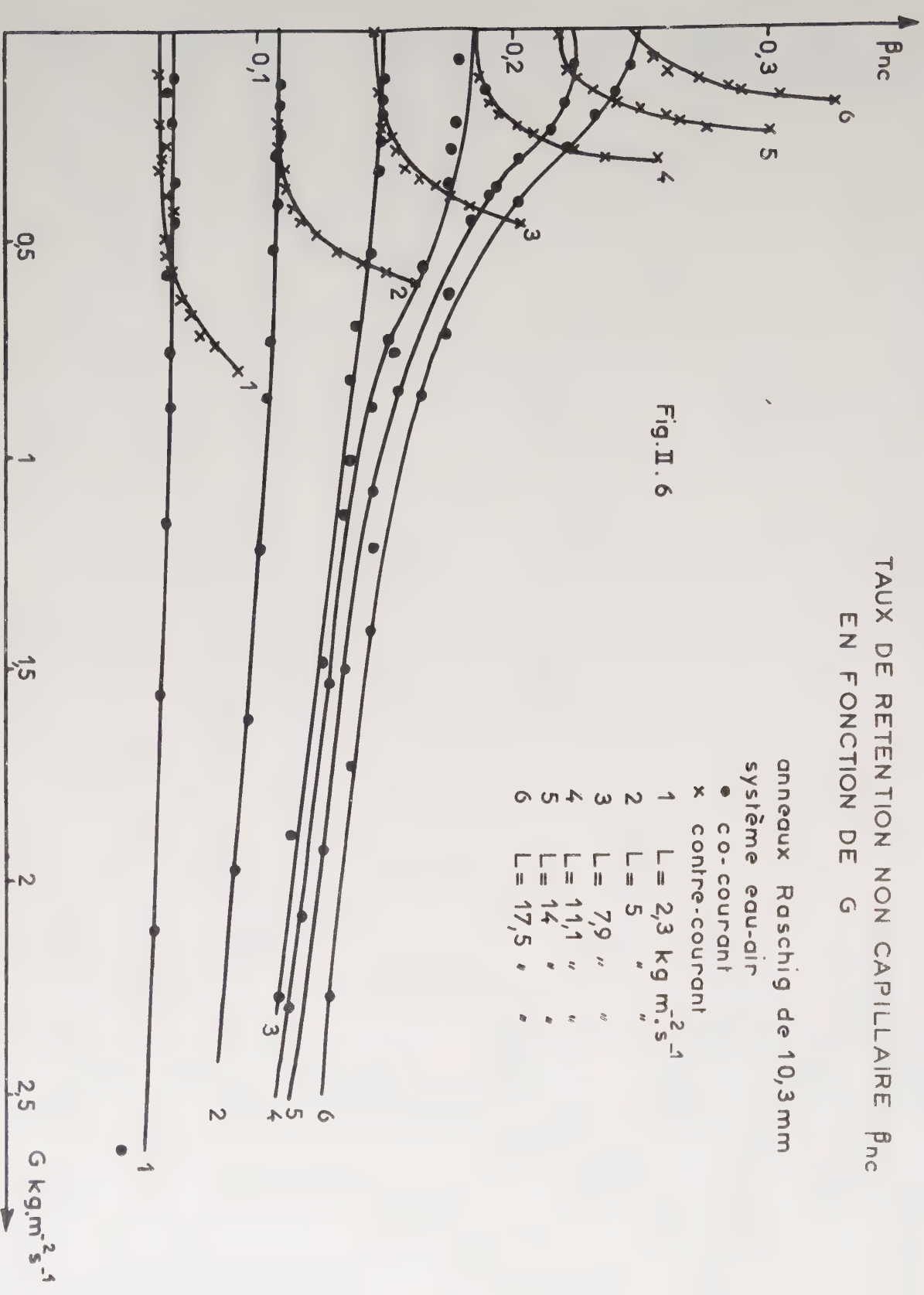


Fig. II. 6

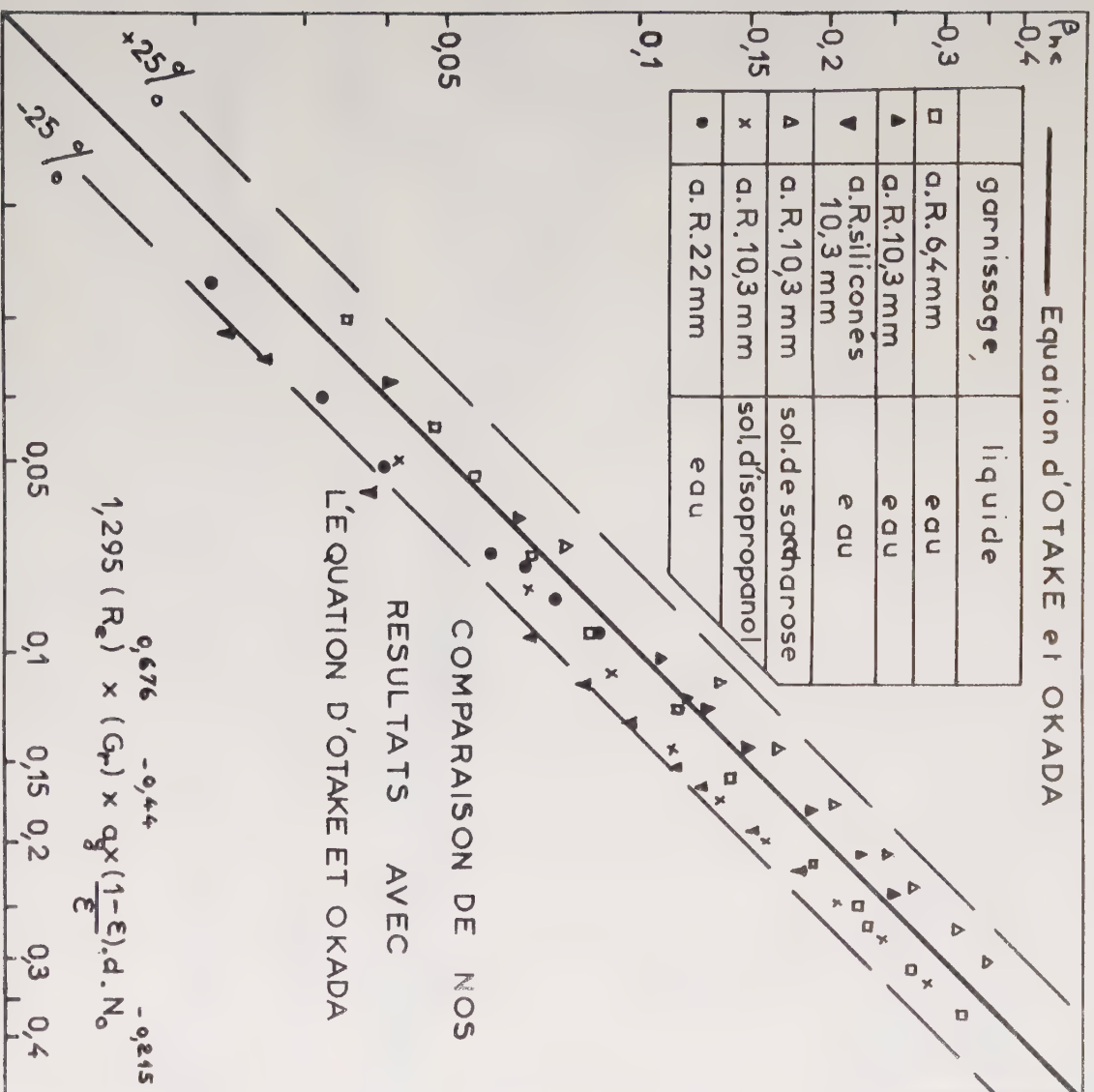
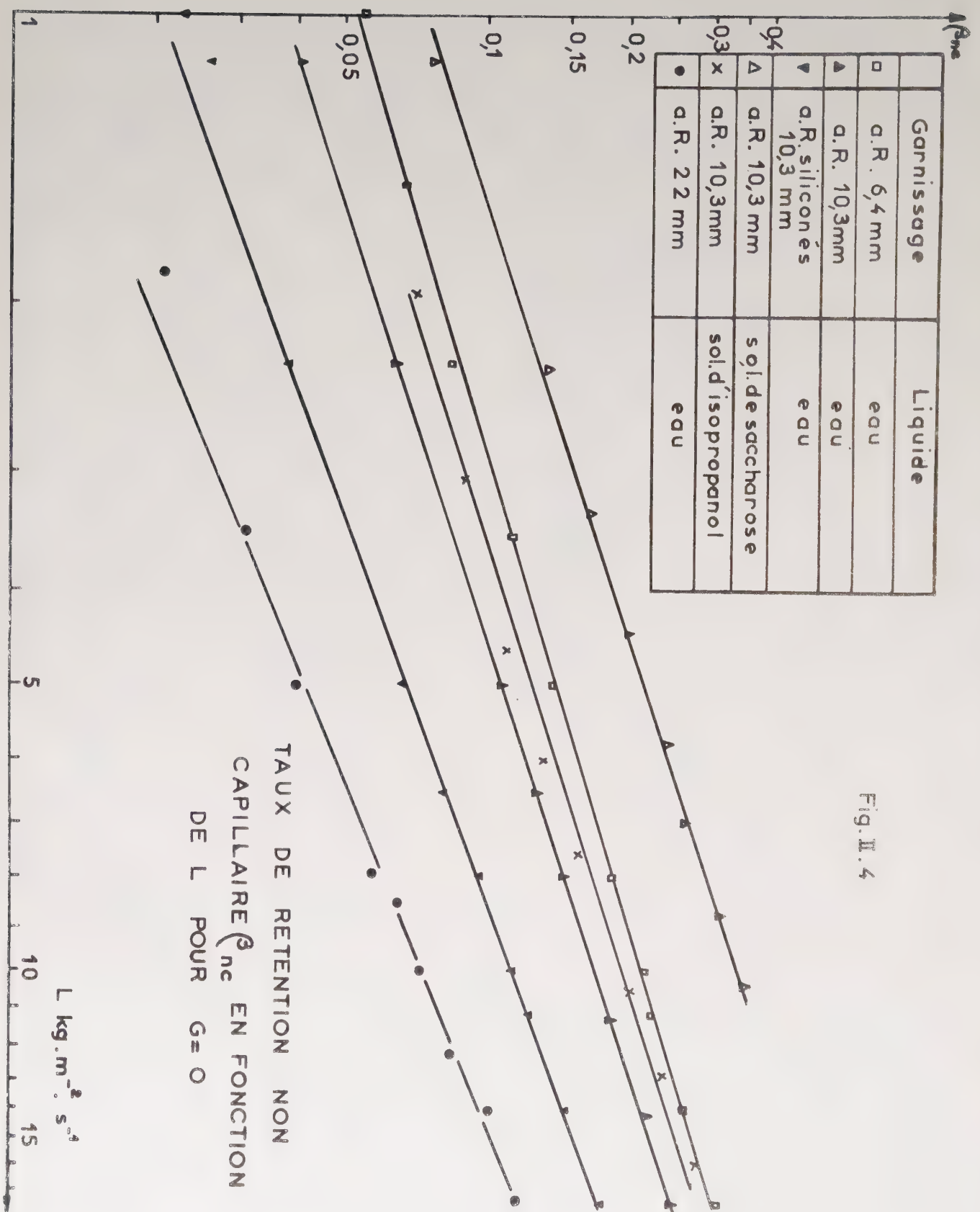


Fig. II. 5

Garnissage	Liquide
□ a.R. 6,4 mm	eau
△ a.R. 10,3 mm	eau
▽ a.R. siliconés 10,3 mm	eau
△ a.R. 10,3 mm	sol. de saccharose
x a.R. 10,3 mm	sol. d'isopropanol
● a.R. 22 mm	eau

Fig. II.4



TAUX DE RETENTION CAPILLAIRE $\epsilon.\beta_c$
EN FONCTION DU NOMBRE D'EÖTVOS

Fig. II.3

- * DE WAAL
- x MORTON et coll.
- OTAKE et coll.
- SHULMAN et coll.
- △ PRESENTE ETUDE

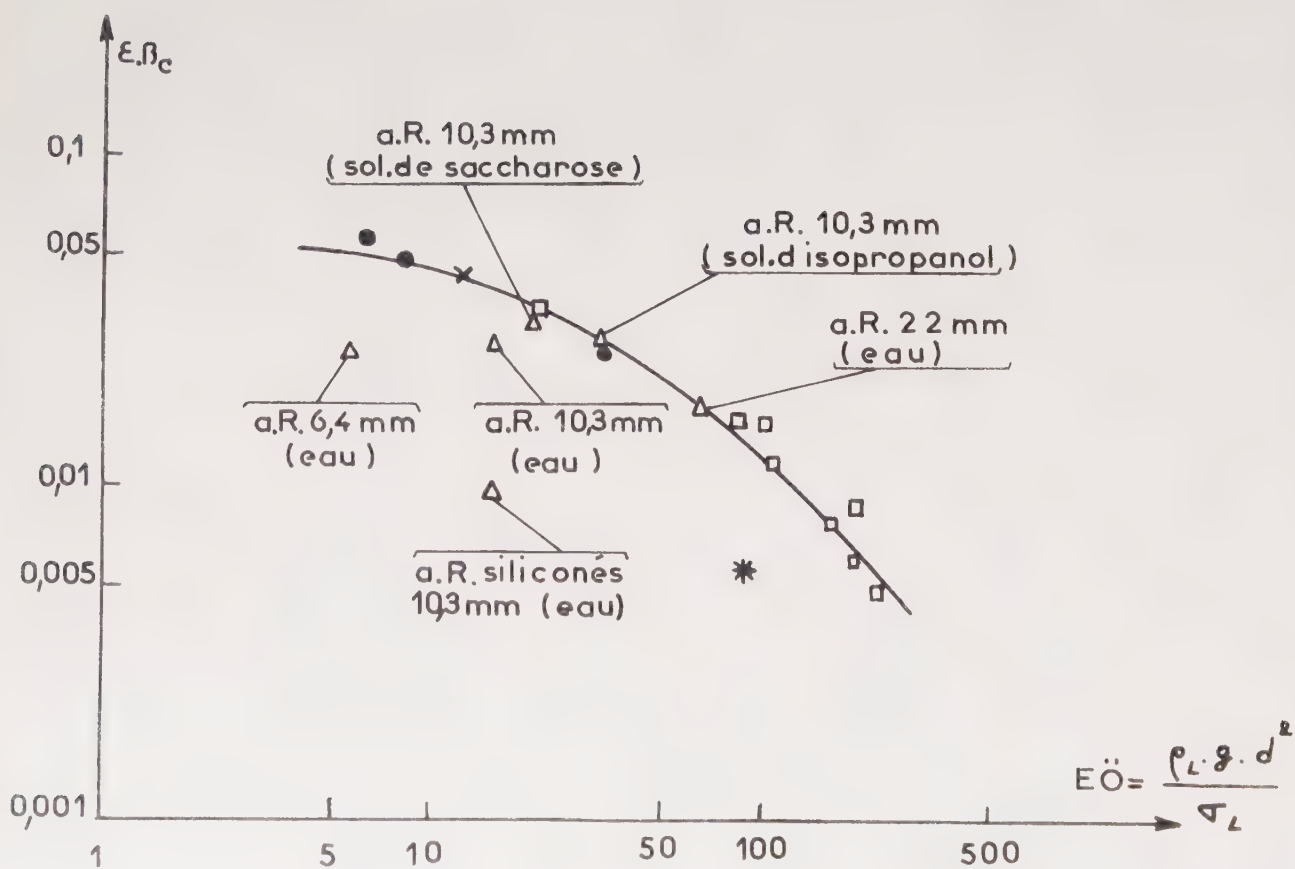
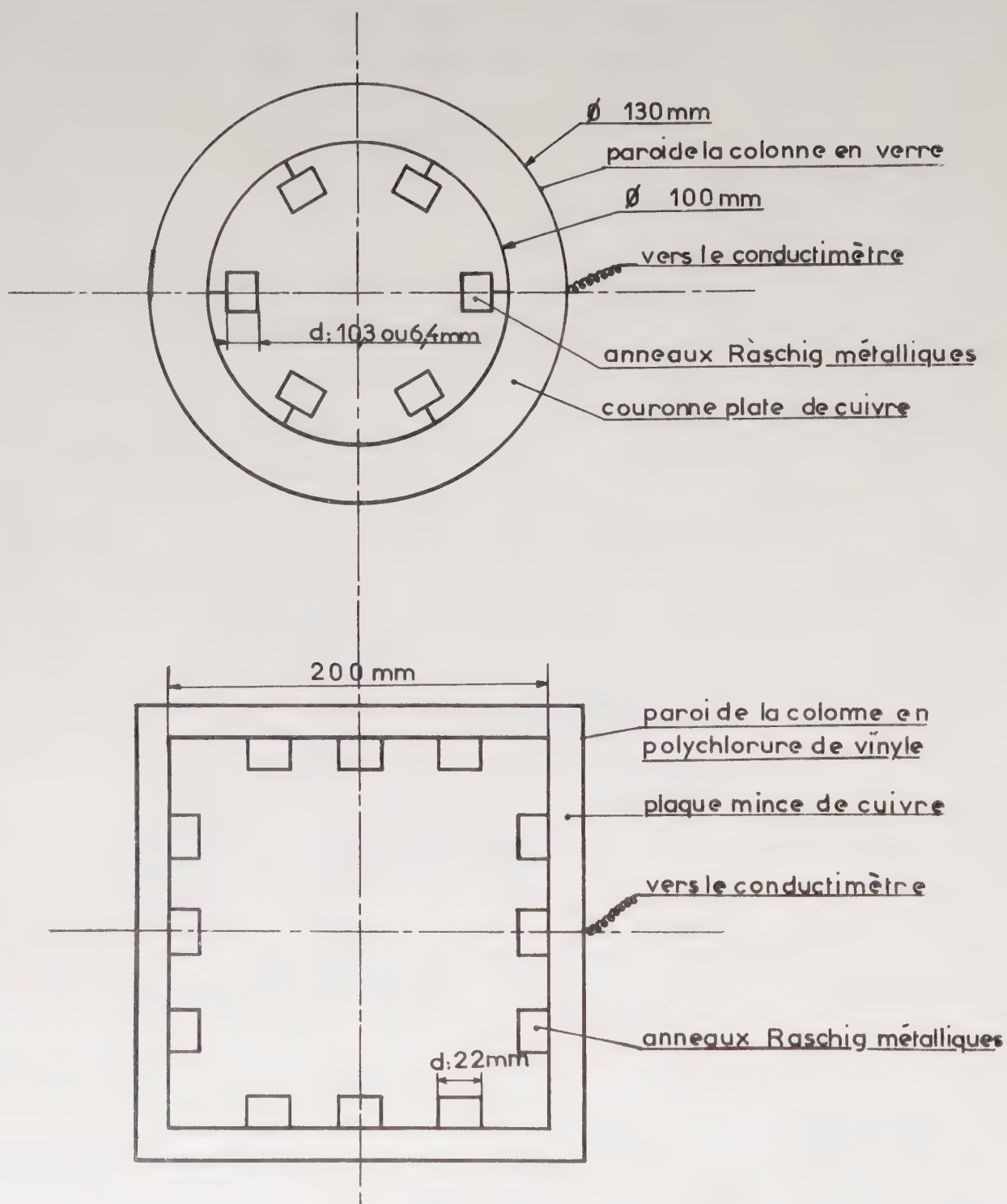
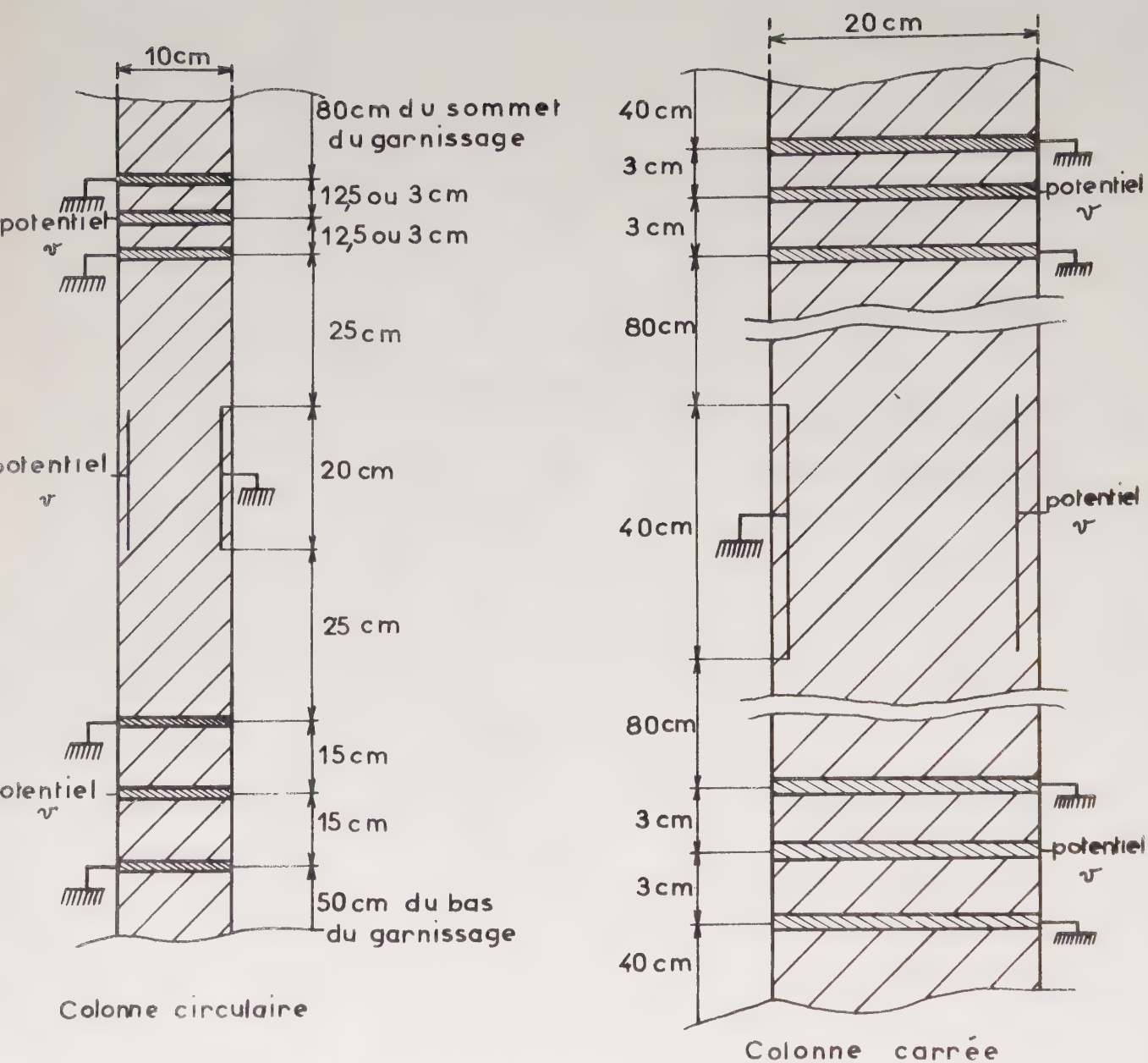


Fig. II. 2



CONNEXIONS ELECTRODE HORIZONTALE - CONDUCTIMETRE

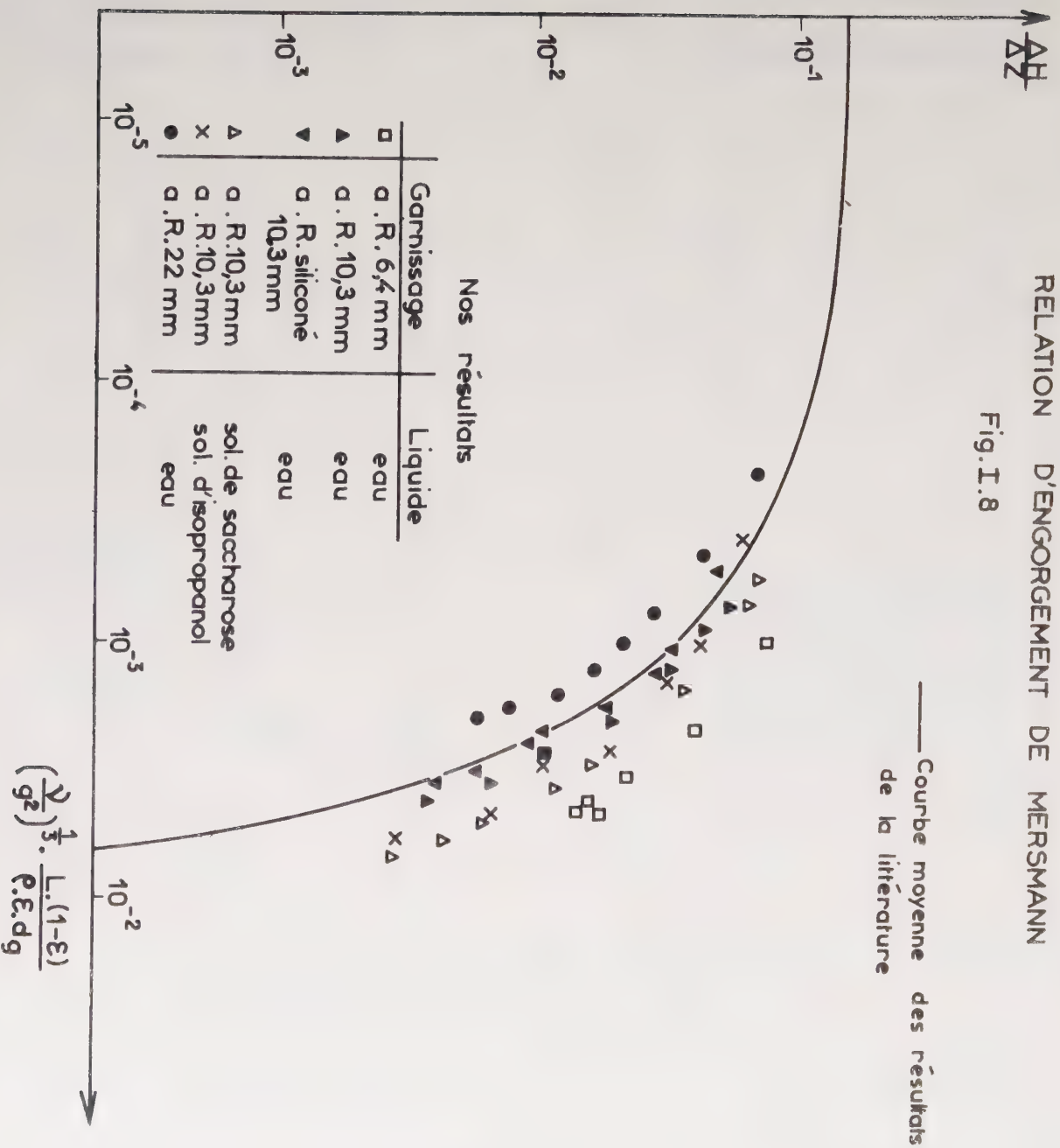


DISPOSITION des CELLULES de MESURE à
L'INTERIEUR des GARNISSAGES

Fig. II.1

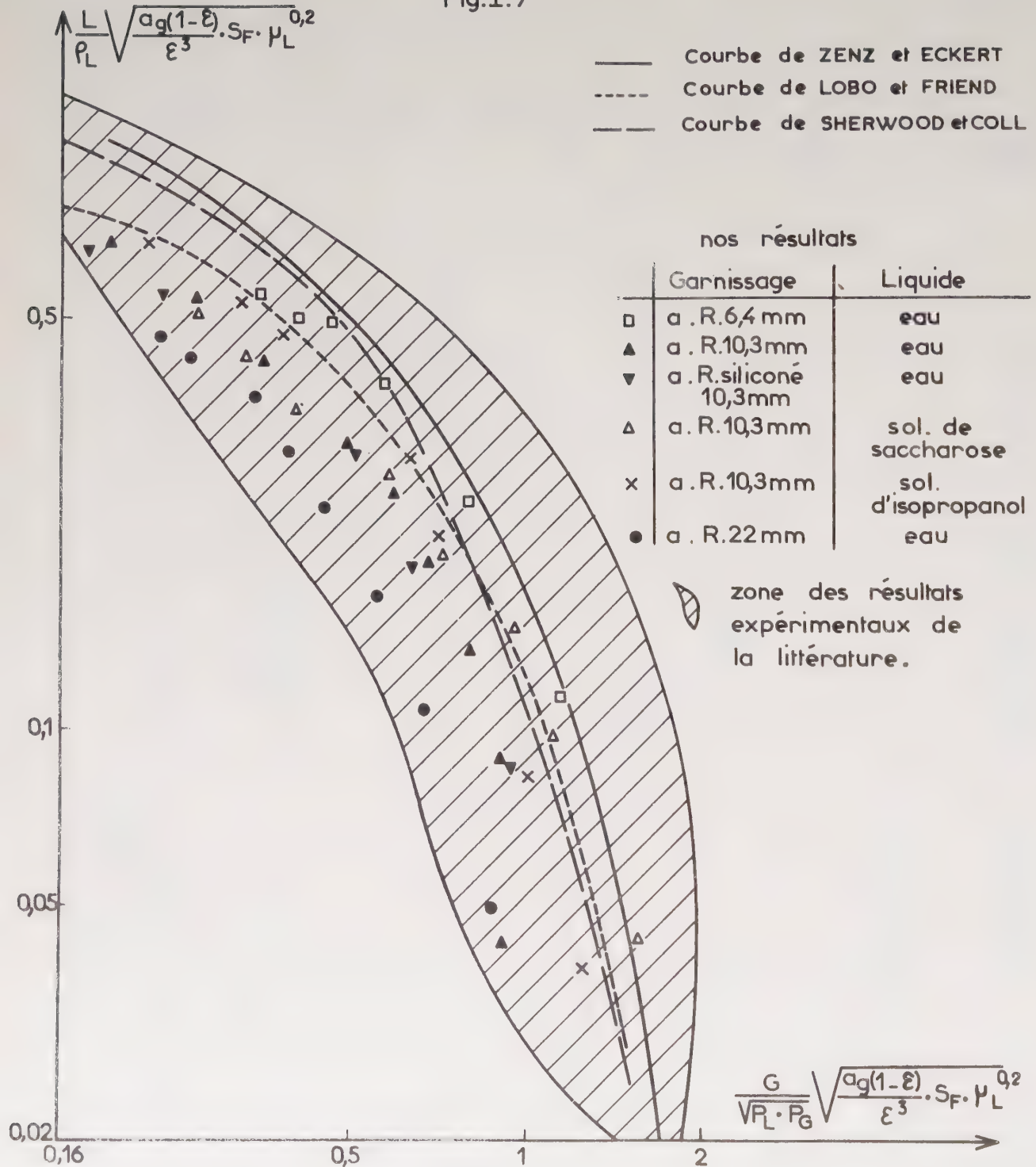
RELATION D'ENGORGEMENT DE MERSMANN

Fig. I.8



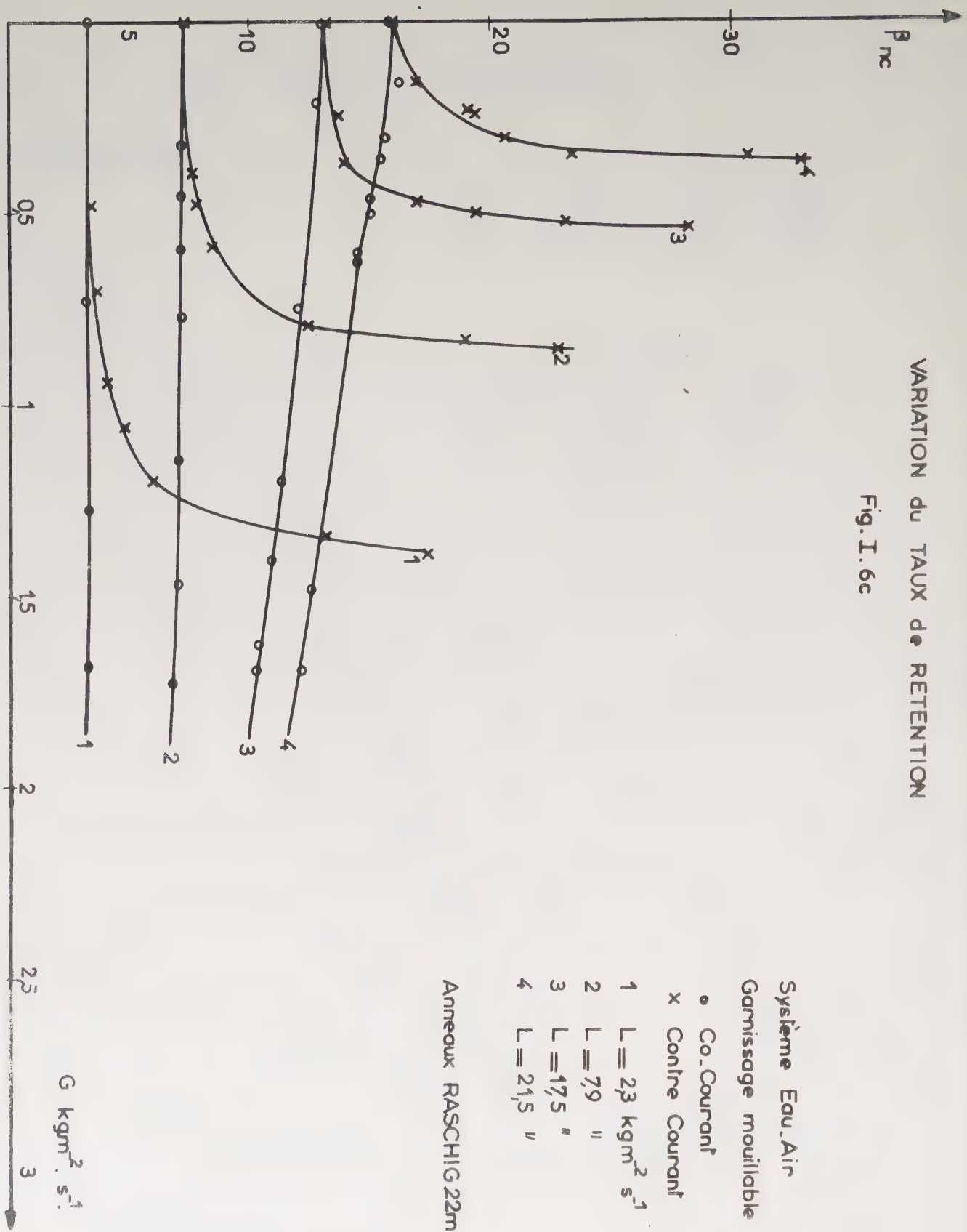
DEBITS MAXIMUM à L'ENGORGEMENT

Fig.I.7



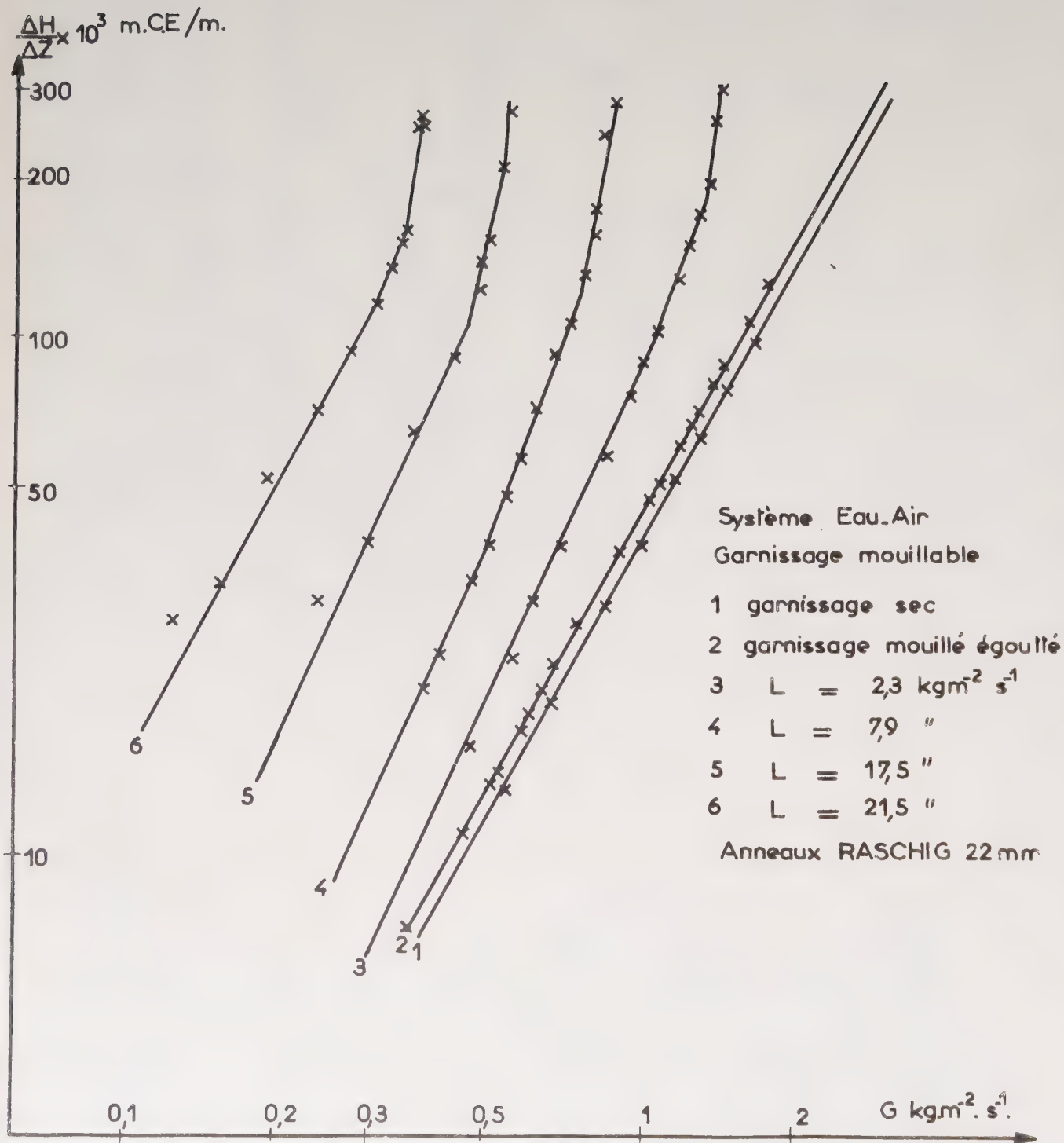
VARIATION DU TAUX DE RETENTION

Fig. I. 6c



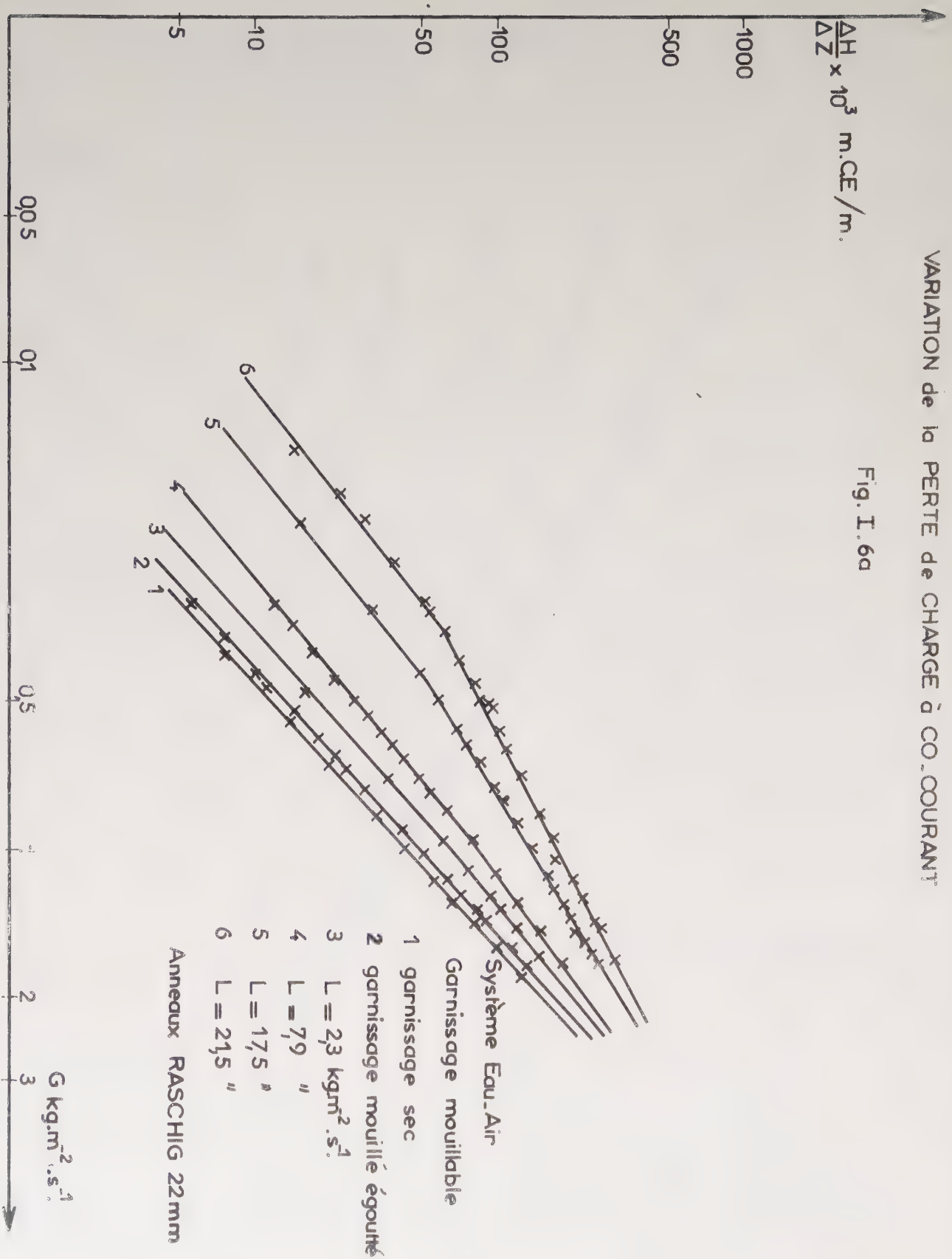
VARIATION de la PERTE de CHARGE à CONTRE COURANT

Fig. I.6b



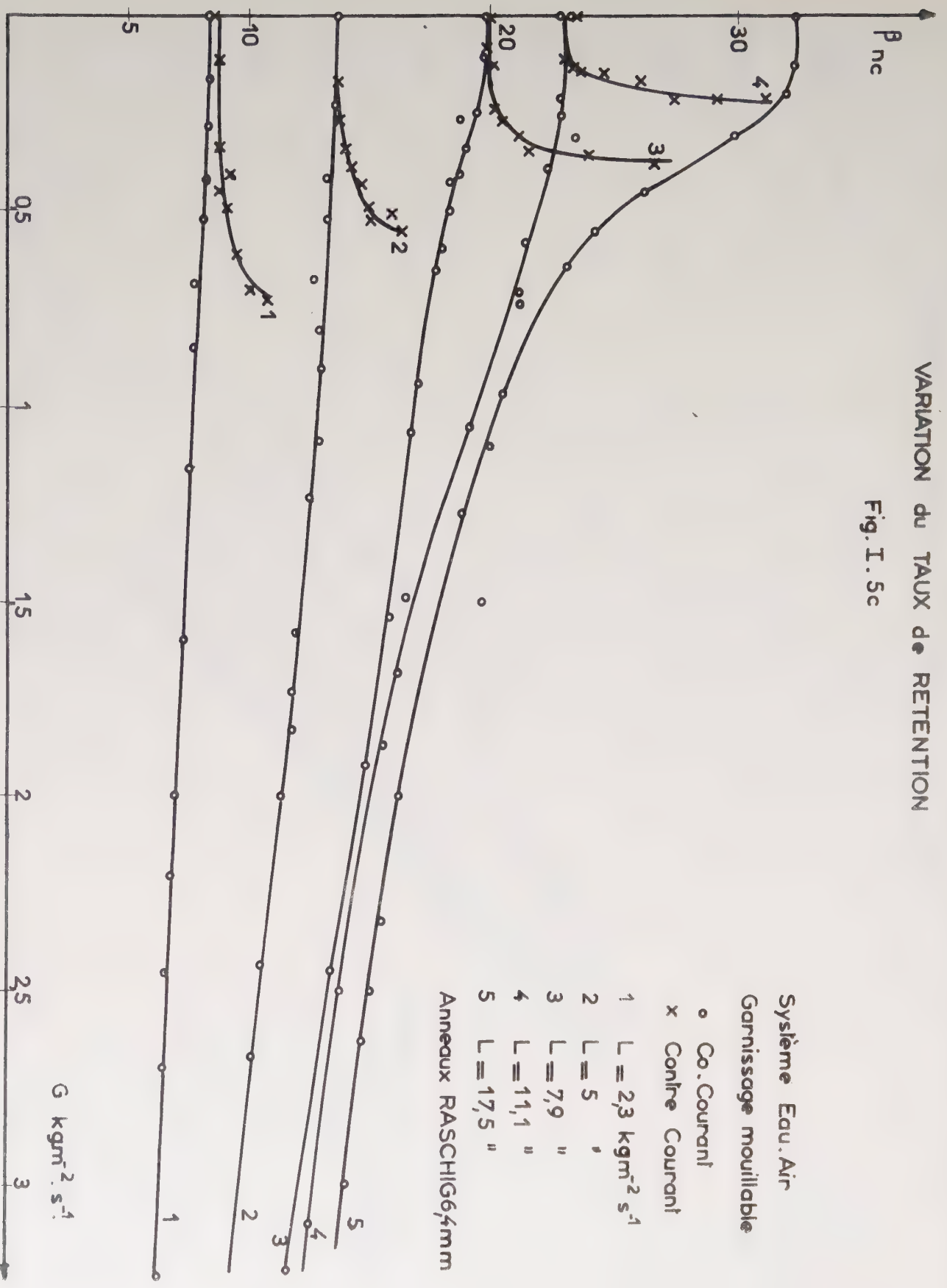
VARIATION de la PERTE de CHARGE à CO-COURANT

Fig. I. 6a



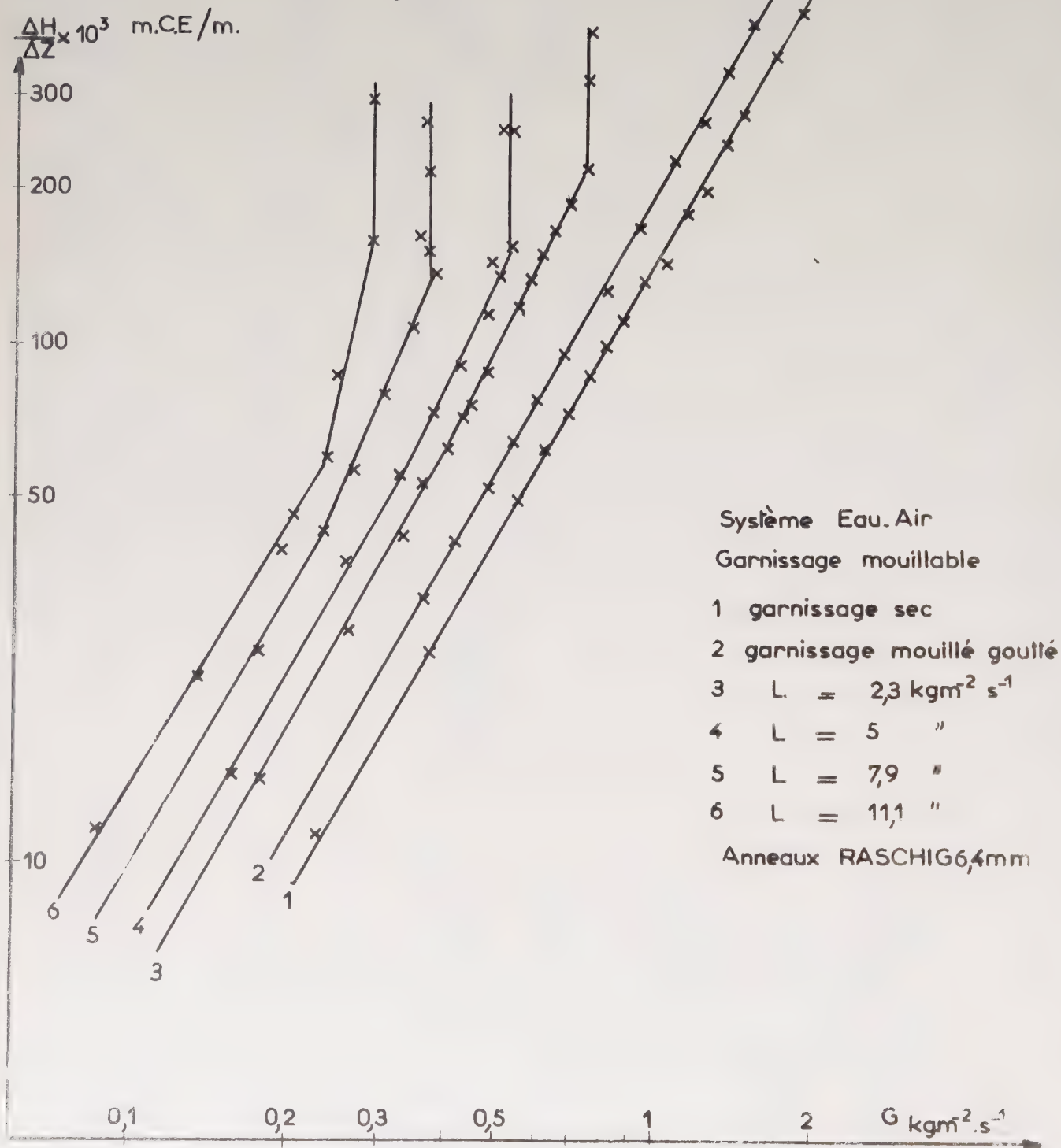
VARIATION du TAUX de RETENTION

Fig. I. 5c



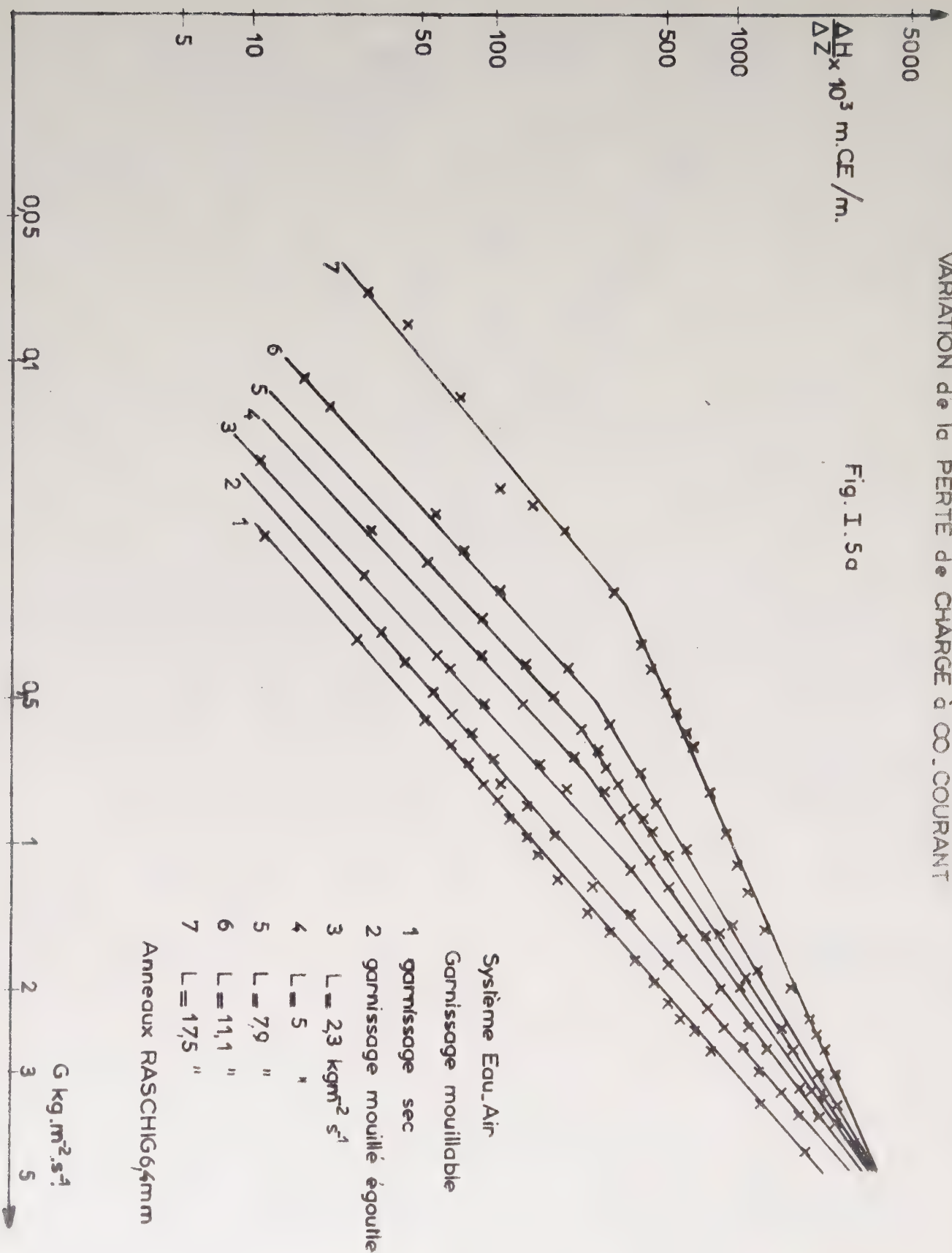
VARIATION de la PERTE de CHARGE à CONTRE COURANT

Fig. I . 5b



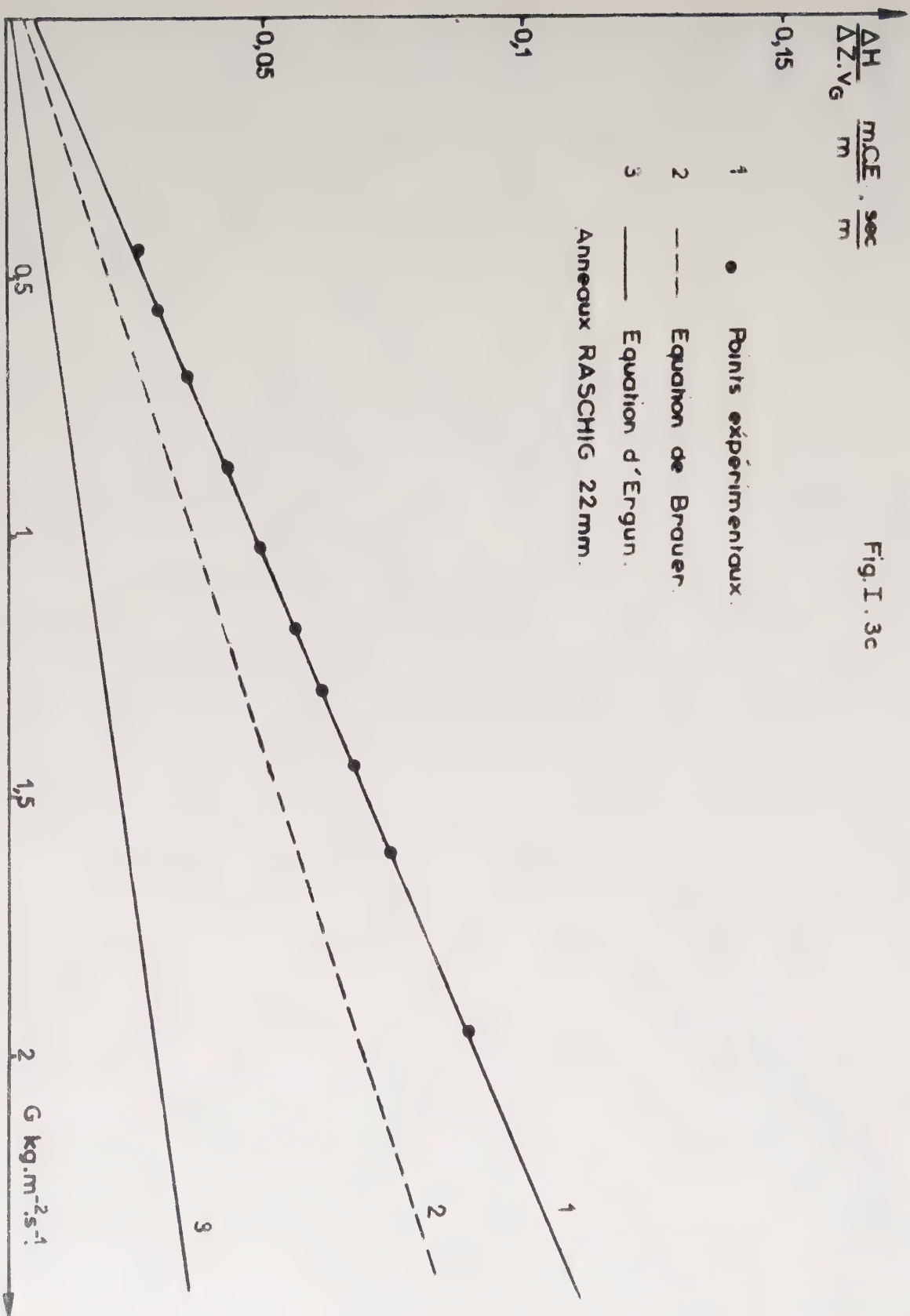
VARIATION de la PERTE de CHARGE à CO. COURANT

Fig. I. 5a



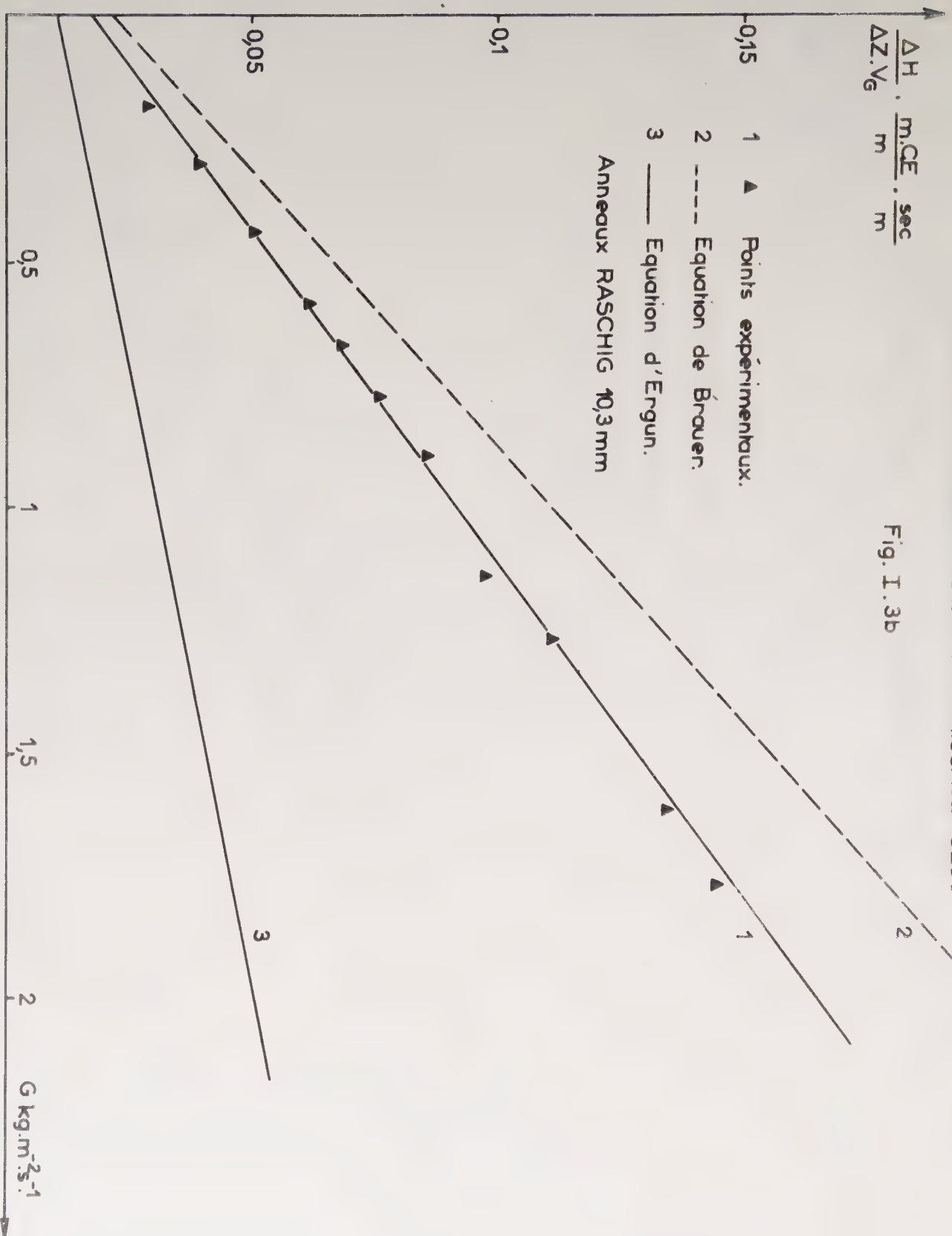
PERTE de CHARGE dans un GARNISSAGE SEC

Fig. I. 3c



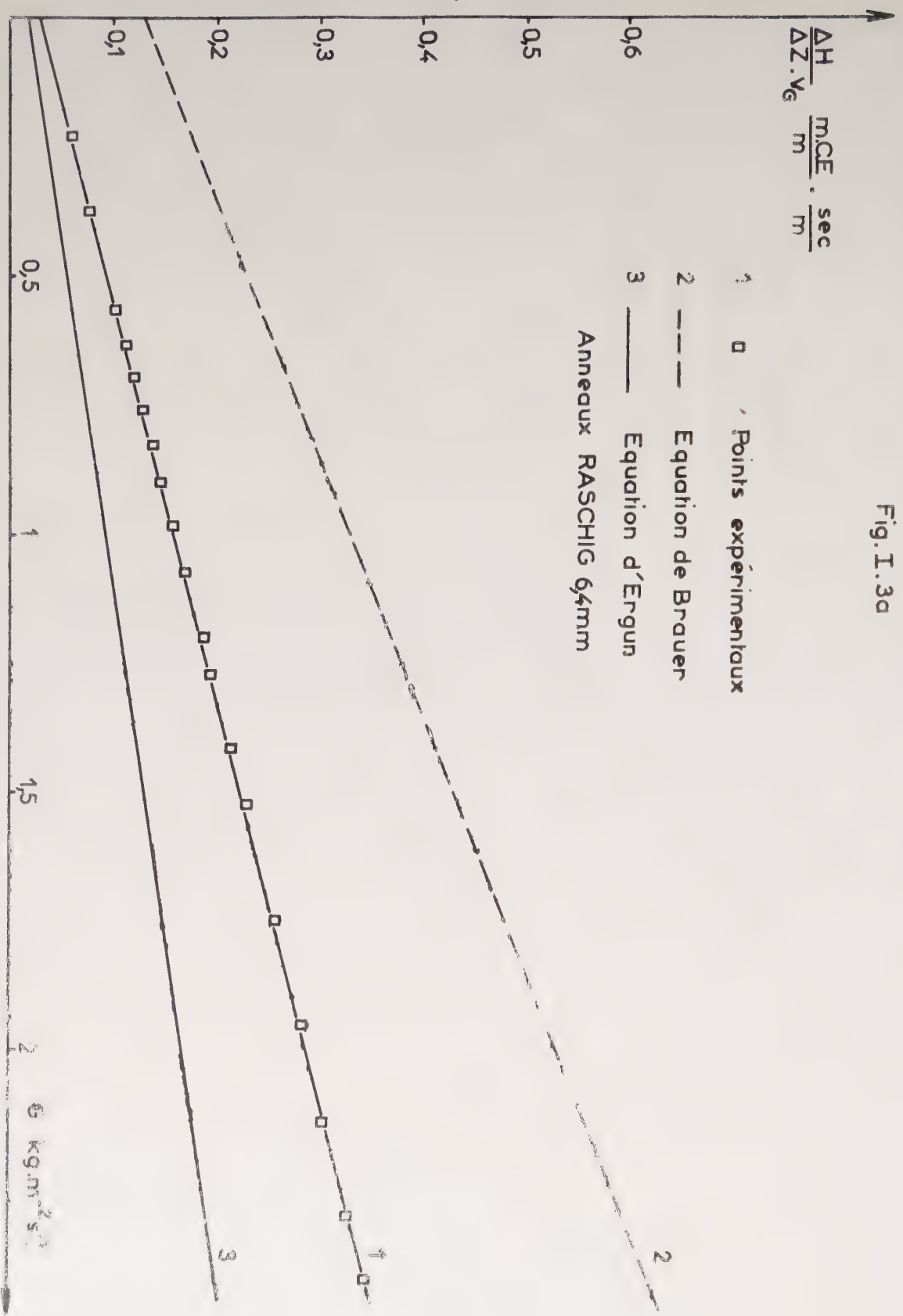
PERTE DE CHARGE dans un GARNISSAGE SEC.

Fig. I. 3b



PERTE de CHARGE dans un GARNISSAGE SEC

Fig. I. 3a



PERTE de CHARGE
dans un GARNISSAGE SEC

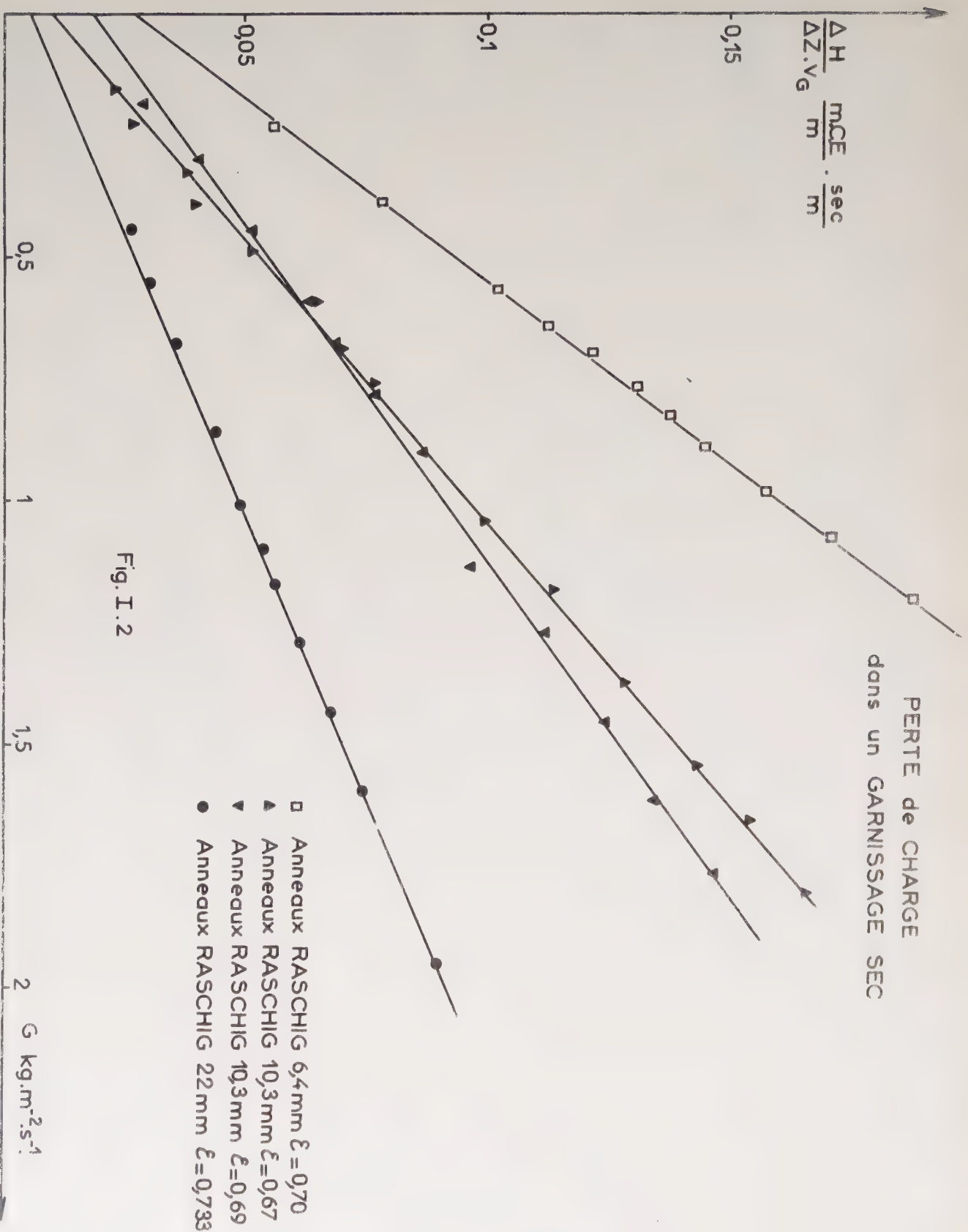
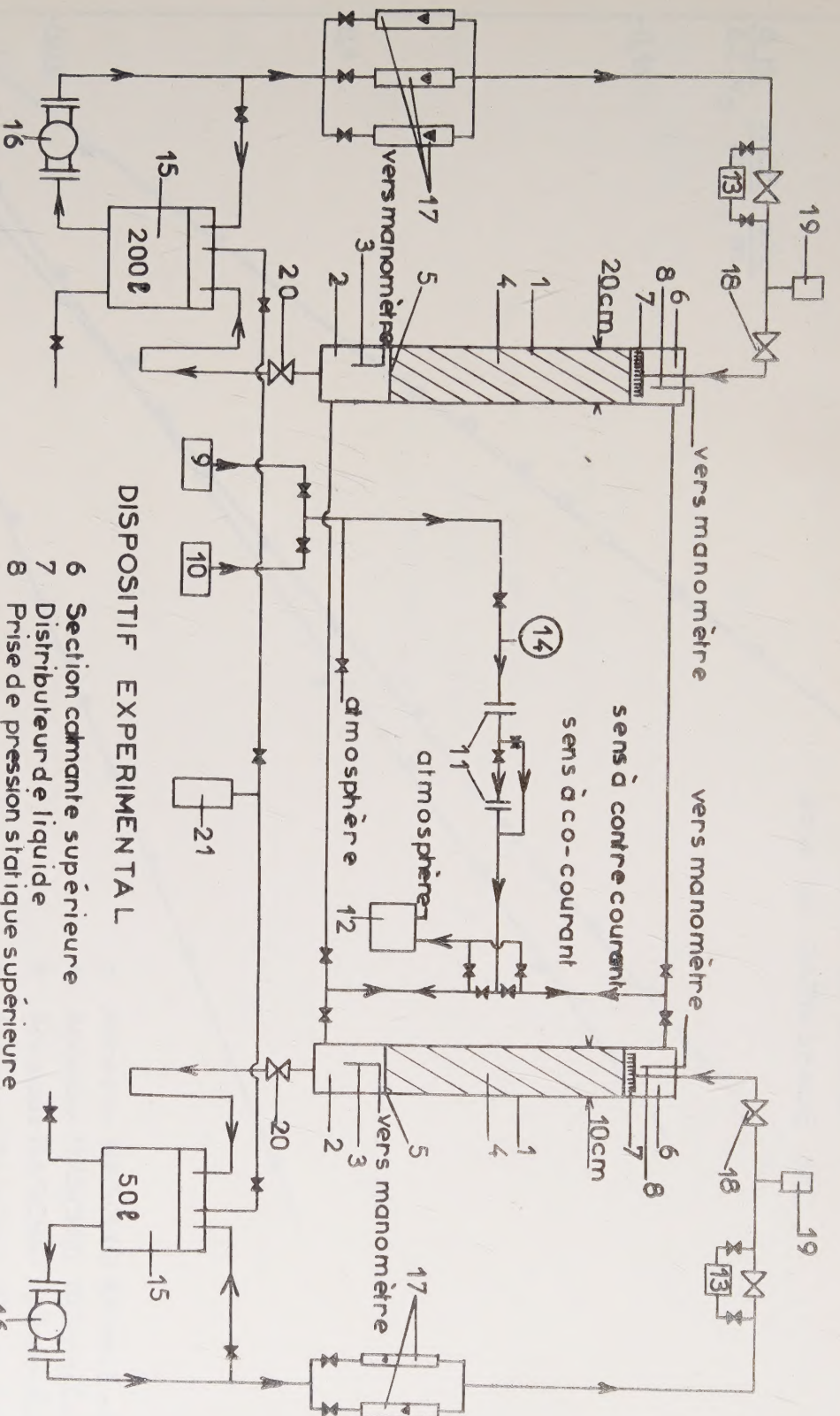


Fig. I.1.1



- 1 Colonnes
- 2 Section calmanche inférieure
- 3 Prise de pression statique inférieure
- 4 Section de mesure : garnissage
- 5 Grille de support du garnissage

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

- 6 Section calmanche supérieure
- 7 Distributeur de liquide
- 8 Prise de pression statique supérieure
- 9 Pompe à anneau liquide SIHI
- 10 Diaphragmes
- 11 Compresseur volumétrique
- 12 Filtre
- 14 Thermomètre humide

- 15 Bacs de 50 l et 200 l
- 16 Pompe centrifuge
- 17 Rotamètres
- 18 Robinet à fermeture rapide
- 19 Antibélier
- 20 Vanne BEAUDOIN
- 21 Adoucisseur

FIGURES

THESES

présentées en vue d'obtenir le titre

de

DOCTEUR - INGÉNIEUR

par

Jean-Claude CHARPENTIER

Ingénieur I. D. N.

Licencié ès Sciences

Attaché de Recherche au C. N. R. S.

PREMIÈRE THÈSE - HYDRODYNAMIQUE DES COLONNES A GARNISSAGE AVEC ÉCOULEMENTS DE GAZ ET DE LIQUIDE A CO-COURANT ET CONTRE-COURANT. ASPECTS STATIQUE ET DYNAMIQUE DE LA TEXTURE DU LIQUIDE.

DEUXIÈME THÈSE - Proposition donnée par la Faculté : REACTEURS CHIMIQUES EN RÉGIME CYCLIQUE PULSÉ. THÉORIE ET EXPÉRIENCE.

Soutenue le

1968, devant la Commission d'Examen

Membres du Jury :

Président : M. P. LE GOFF

Examineurs : MM. J. BASTICK
J. VILLERMAUX